

Mobilização profunda do solo como medida de redução da variabilidade espacial da produtividade na cultura do milho no vale do Tejo

Lourenço da Gama Van-Zeller Palha

Dissertação para obtenção de Grau de Mestre em

Engenharia Agronómica

Orientador: Doutor Ricardo Nuno Fonseca Garcia Pereira Braga

Júri:

Presidente: Doutora Maria do Rosário da Conceição Cameira, Professora Associada do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Vogais: Doutor José Paulo Pimentel de Castro Coelho, Professor Associado com agregação do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Doutor Ricardo Nuno Fonseca Garcia Pereira Braga, Professor Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Lisboa, 2018

AGRADECIMENTOS

Queria agradecer a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a elaboração deste documento, particularmente:

A toda a minha família, especialmente aos meus Pais, por todo o apoio e por tudo o que me proporcionaram ao longo do meu percurso académico.

Ao professor Orientador Ricardo Braga pela proposta do tema e pela fascinante forma como divulga a agricultura de precisão aos seus alunos.

Ao Eng. Manuel Penteado por toda a ajuda ao longo do trabalho, especialmente no tratamento dos dados.

À Companhia das Lezírias e em especial ao Sr. José Cândido por toda a disponibilidade e ajuda tanto na realização do ensaio como na recolha dos dados de campo.

À Sr. D. Maria de Lurdes Marques pela ajuda no árduo trabalho laboratorial.

Ao Francisco Ribeiro Teles Bastos pela amizade e por todo o apoio ao longo do mestrado.

RESUMO

A agricultura de precisão é um método de gestão que tem sido cada vez mais adotado ao longo dos últimos anos. No caso do milho é já uma realidade bem patente, onde são já diversas as ferramentas utilizadas para identificar zonas responsáveis pela variabilidade espacial da produtividade, que necessitam de uma gestão diferenciada.

Este trabalho tem como objetivos principais a avaliação da variabilidade espacial de uma cultura de milho no Vale do Tejo e consequente tentativa de homogeneização dessa mesma variabilidade. De maneira a conseguir realizar os objetivos desta dissertação, o estudo foi dividido em três fases distintas:

- Fase de análise da variabilidade espacial da produtividade. Esta primeira fase baseou-se na utilização de ferramentas de agricultura de precisão onde as tecnologias utilizadas assentaram maioritariamente nas cartas de produtividade e humidade do grão e nas imagens de NDVI (Normalized Difference Vegetation Index).
- Fase de realização do ensaio. Definido o local onde as produtividades médias eram menores (zona problemática da parcela) atuou-se na tentativa de resolver o problema, onde foi efetuado um ensaio para testar a mobilização mais profunda do terreno.
- Fase de análise dos resultados. Foram então avaliados os resultados do ensaio efetuado. Os dados para análise de resultados são provenientes tanto de amostras espaciais, recolhidas em distintas fases de desenvolvimento da cultura, como dos dados fornecidos pelas cartas de produtividade e humidade do grão.

Os resultados obtidos com o ensaio efetuado realçam o importante papel que o chisel apresenta como meio de combate à compactação do solo. No interior da área problemática foram atingidos acréscimos de produtividade na ordem dos 92%. Contudo, nas zonas que não apresentavam problemas, os ganhos foram de apenas 35%.

Este trabalho reforça a importância que a agricultura de precisão apresenta na gestão da variabilidade espacial existente em todos os tipos de cultura. As ferramentas utilizadas neste trabalho são disponibilizadas a qualquer agricultor, provando assim que a agricultura de precisão é já uma realidade à nossa disposição.

Palavras-chave: Agricultura de Precisão; Produção de milho; Mobilização Profunda; Cartas de Produtividade; NDVI;

ABSTRACT

Precision farming is a management method that has been increasingly adopted over the last few years. In the case of maize, it is already a very clear reality, where the tools used to identify areas responsible for the spatial variability of productivity, which need different management, are already diverse.

This work has as main objectives the evaluation of the spatial variability of a maize crop in Vale do Tejo and consequent attempt of homogenization of this same variability. In order to achieve the objectives of this dissertation, the study was divided into three distinct phases:

- Analysis of spatial variability of productivity. This first phase was based on the use of precision agriculture tools where the technologies used were mainly based on grain productivity and humidity letters and NDVI images.
- Defined where the average productivities were smaller (problematic zone of the parcel), an attempt was made to solve the problem, where an experiment was carried out on deep mobilization.
- Analysis of the results. The results of the test performed were then evaluated. The data for the analysis of the results come from both spatial samples, based on three collections at the different stages of development of the crop, and from the data provided by the productivity and humidity letters.

The results show the important role that chisel presents as a solution to soil compaction. In the problematic areas were reached productivity increments in the order of 92%. However, in areas that did not present problems the gains were 35%.

This work reinforces the importance of precision agriculture in the management of spatial variability in all types of crops. The tools used in this work are available to any farmer, and this proves that precision farming is already a reality at our disposal.

Keywords: Precision Farming; Corn production; Deep Mobilization; Letters of Productivity; NDVI;

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	ii
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
ÍNDICE DE QUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
LISTA DE ACRÓNIMOS.....	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1. A cultura do milho	2
2.1.1. Estatísticas de produção e importância económica.....	2
2.1.2. Botânica e origem	7
2.1.3. Morfologia.....	7
2.1.4. Fisiologia.....	8
2.1.5. Fatores de produção	11
2.2. Mobilização do solo	16
2.2.1. Equipamentos utilizados na descompactação do solo	17
2.3. Agricultura de Precisão	19
2.3.1. Conceito	19
2.3.2. Tecnologias.....	19
2.2.3. Ciclo da Agricultura de Precisão	25
3. MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1. Caracterização da área em estudo	29
3.1.1. Descrição geral da parcela	29
3.1.3. Caracterização edáfica	31
3.1.4. Itinerário cultural e gestão da rega	32
3.2. Métodos de amostragem para avaliação da variabilidade espacial	34
3.2.1. Imagem NDVI	35
3.2.2. Carta de Produtividade	35
3.2.3. Carta de Solos.....	36
3.2.4. Carta de Humidade do Grão.....	37
3.3. Delineamento experimental e metodologia geral do ensaio.....	39
3.4. Recolha de dados de campo e métodos de caracterização laboratorial do material vegetal	41
3.5. Métodos de tratamento de dados	43
3.5.1. Tratamento estatístico	43

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1. Variáveis de campo.....	45
4.2. Cartas de produtividade e de humidade do grão.....	51
4.2.1. Resultados obtidos entre as distintas parcelas do ensaio na campanha 2017.....	51
4.2.2. Resultados obtidos entre as campanhas 2016 e 2017.....	53
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
7. ANEXOS	68
I. Dados Climáticos ano 2017	68
II. Gráfico com Diagramas Ombrotérmicos de Gaussen do ano agrícola 2017 e da média dos últimos 30 anos.....	72
III. Dados de Campo.....	73
IV. Análise da produtividade sobre o ensaio efetuado	83

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1- Área relativa às culturas arvenses	2
Quadro 2- Área do milho para grão vs área do milho para silagem em Portugal.....	3
Quadro 3- Duração das fases do ciclo do milho.....	9
Quadro 4- Teores de humidade do grão em diferentes estados de desenvolvimentos.....	11
Quadro 5- Extrações relativas à cultura do milho.....	13
Quadro 6- Fatores a ter em conta quando se calcula a dose de semente a aplicar	14
Quadro 7- Itinerário cultural da cultura do milho na parcela	33
Quadro 8- Análise estatística descritiva sumária da produtividade no interior e exterior da "mancha"	39
Quadro 9- Análise da variância da densidade e do estado fenológico entre as diferentes parcelas.....	46
Quadro 10- Análise da variância da biomassa das folhas, caules e inflorescências entre as diferentes parcelas. PH-Peso húmido; PF-Peso das folhas; PC-Peso dos caules; PI-Peso das Inflorescências.....	48
Quadro 11- Análise da variância do peso do grão entre as diferentes parcelas.....	50
Quadro 12- Análise estatística descritiva sumária da produtividade na zona do ensaio no ano 2017.....	52
Quadro 13- Análise estatística descritiva sumária da humidade do grão na zona do ensaio no ano de 2017	53
Quadro 14- Análise estatística sumária da produtividade na totalidade da parcela entre os anos 2016 e 2017	55
Quadro 15- Análise estatística descritiva sumária da produtividade na zona do ensaio entre os anos 2016 e 2017	56
Quadro 16- Diferença nas produtividades médias do interior e exterior da mancha, nos anos 2016 e 2017.....	57
Quadro 17- Análise estatística descritiva sumária da humidade do grão na zona do ensaio, entre os anos 2016 e 2017.....	58
Quadro 18- Rácio benefício/custo do ensaio efetuado	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Evolução da área das culturas arvenses em Portugal	3
Figura 2- Produção de milho para grão.....	4
Figura 3- Área dedicada ao milho vs produtividade	4
Figura 4- Produção de milho para grão em Portugal em 2015	5
Figura 5- Área destinada à produção de milho para grão em Portugal em 2015	5
Figura 6- Evolução do preço do milho em Euros por tonelada nos últimos 5 anos.....	6
Figura 7- Estados fenológicos da cultura do milho	10
Figura 8- Esquema de uma operação de descompactação do solo	17
Figura 9- Representação das camadas de informação num SIG.....	20
Figura 10- Carta de produtividade de uma cultura de milho.....	22
Figura 11- Imagem de NDVI de uma cultura de milho obtida por satélite	23
Figura 12- Componentes de um sistema de DR.....	23
Figura 13- Esquema geral de um sistema de Agricultura de Precisão	25
Figura 14- Imagem da parcela em estudo.....	29
Figura 15- Diagrama ombrométrico de Gaussen na região de Benavente (segundo dados climáticos dos últimos 30 anos)	30
Figura 16- Diagrama ombrométrico de Gaussen para o ano 2017 no Distrito de Santarém	31
Figura 17- Carta de Solos da parcela em estudo.....	32
Figura 18- Dotação de rega (mm) aplicada no pivot em estudo.....	34
Figura 19- Imagem NDVI em 17 de Setembro de 2016.....	35
Figura 20- Carta de produtividade relativa ao ano 2016	36
Figura 21- Carta de solos da parcela em estudo	36
Figura 22- Carta de humidade relativa ao ano 2016.....	37
Figura 23- Imagens que retratam, no campo, uma das zonas problemática da parcela	38
Figura 24- Delimitação da zona "chave" da parcela na carta de produtividade 2016.....	38

Figura 25- Esquema que representa na carta de produtividade 2016, o ensaio efetuado na parcela	40
Figura 26- Imagem que retrata a realização da vala de drenagem superficial	40
Figura 27- Imagem que retrata a passagem com Chisel	40
Figura 28- Medição do número de plantas e respetivo estado de desenvolvimento	41
Figura 29- Amostras divididas em folhas, caules e inflorescência antes da sua introdução na estufa	42
Figura 30- Máquina de medição do teor de humidade do grão	43
Figura 31- Máquina utilizada para contagem dos grãos	43
Figura 32- Exemplo da introdução dos valores para os diferentes tratamentos.....	44
Figura 33- Esquema do ensaio na carta de produtividade 2017.....	51
Figura 34- Carta de produtividade relativa ao ano 2017	54
Figura 35- Carta de produtividade relativa ao ano 2016	54

LISTA DE ACRÓNIMOS

ABLGVFX - Associação de Beneficiários da Lezíria Grande de Vila Franca de Xira

ADP - Adubos de Portugal

ANPROMIS - Associação de Produtores de Milho e Sorgo

AP - Agricultura de Precisão

CE - Condutividade Elétrica

CEa - Condutividade Elétrica Aparente

DR - Detecção Remota

FAO - Food and Agriculture Organization of the United States

FOB - Free on Board

GPS - Global Positioning System

IAF - Índice de Área Foliar

INE - Instituto Nacional de Estatística

IV - Infra Vermelho

NDVI - Normalized Difference Vegetation Index

NUTS - Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos

OGTR - Office of the Gene Technology Regulator

SIG - Sistema de Informação Geográfica

USDA - United States Department of Agriculture

VRT - Variable Rate Technology

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas a agricultura tem sofrido grandes mudanças de modo a conseguir oferecer o alimento suficiente para a crescente população mundial. A segurança alimentar é agora assegurada na maior parte da Europa, contudo, torna-se evidente que os aumentos na produção levam a significantes consequências ambientais prejudiciais, tanto em termos de poluição aquática e das emissões de gases de efeito de estufa (pelo uso abusivo de fertilizantes e pesticidas), como da degradação dos solos e dos diversos danos causados no nosso ambiente natural (Zarco-Tejada, Hubbard e Loudjani, 2014).

Assim sendo, deverá haver uma formatação para a prática de uma agricultura sustentável, em que o objetivo se fixa em maximizar a produção enquanto a estabilidade económica é mantida e, simultaneamente, conseguindo uma diminuição do impacto ambiental.

A Agricultura de Precisão (AP) nasce da fusão entre estas duas realidades, onde os dois objetivos genéricos são: o aumento do rendimento dos agricultores, e a redução do impacto ambiental resultante da atividade agrícola (Coelho *et al.*, 2004). O agricultor que a pratica foca-se num conceito de ajuste entre diferentes variáveis, possibilitando fazer a coisa adequada, no local adequado, no tempo adequado e da maneira adequada (Pierpaoli, 2013). Desta maneira consegue-se minimizar a heterogeneidade tanto quantitativa como qualitativa das parcelas cultivadas, através de uma aplicação dos fatores de produção de forma diferenciada, reduzindo assim a aplicação desses fatores e contribuindo para a preservação ambiental.

A AP está estreitamente relacionada com a aplicação de tecnologia, em que muitas novas tecnologias têm sido desenvolvidas ou adotadas. Na base dessas tecnologias estão: Sistemas de posicionamento de baixo custo, sensores acoplados em maquinaria agrícola para determinar índices de área foliar e biomassa, sensores geofísicos para medir as propriedades do solo, técnicas para deteção remota (DR) de baixo custo e aparelhos seguros para armazenamento, processamento e troca/partilha de informação (Gibons, 2000). Neste trabalho dar-se-á maior enfoque à deteção remota assim como à cartografia de produtividade na cultura do milho.

Muitos são os trabalhos já realizados sobre a utilização da AP na cultura do milho. Este trabalho apresenta-se mais como um estudo de caso, concretamente relacionado com um problema existente numa parcela de milho na região do Vale do Tejo, em que o objetivo principal é o de analisar o potencial da AP para resolução da variabilidade espacial.

Mais concretamente, esta dissertação objetiva:

- Analisar a variabilidade espacial da produtividade na cultura do milho;
- Testar o efeito da mobilização vertical profunda (Chisel) na redução da variabilidade espacial da produtividade;

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A cultura do milho

2.1.1. Estatísticas de produção e importância económica

A cultura do milho apresenta-se como uma das mais importantes culturas arvenses da atualidade, tanto no mundo como a nível nacional. Sendo produzida optativamente para grão ou silagem, esta cultura demonstra as elevadas potencialidades produtivas da agricultura de regadio.

Segundo Vasconcellos e Souza (2015), nos últimos anos, o milho tem sido o cereal com maior expressão, apresentando uma produção mundial total a rondar as 850 milhões de toneladas, aparecendo o trigo em segundo lugar com uma produção cerca de 680 milhões de toneladas.

No panorama nacional este cereal é aquele que mais explorações agrícolas envolve. Atualmente estima-se que a sua produção se estende por mais de 64 mil unidades produtivas distribuídas por todo o país com uma área cultivada a ocupar um valor acerbado de 118 mil hectares (Quadro 1), correspondente a 36,3% da totalidade de culturas arvenses (total arvense cerca de 325.000 hectares) (ANPROMIS, 2017).

Quadro 1-Área relativa às culturas arvenses.
Adaptado de ANPROMIS (2016)

Cultura	Área
Milho	118.000
Aveia	57.500
Trigo (mole e duro)	36.600
Arroz	28.800
Cevada e Cevada dística	19.900
Tomate	19.500
Centeio	14.900
Sorgo	7.700
Total	325.300

Desde 2010 que a área de cultivo de milho (grão e silagem) sofreu um decréscimo em cerca de 14.500 hectares (-11%) (Quadro 2). Ao longo dos anos observaram-se algumas subidas, mas, num rescaldo final, a sofrer reduções significativas. Este decréscimo da área total cultivada fica a dever-se ao cultivo de milho para grão, cuja redução foi cerca de 13% (10,8 mil ha), enquanto no milho para silagem as reduções foram apenas de 7% (3,7 mil ha).

Pode-se ainda constatar que desde 2013 a percentagem de milho para silagem, em relação ao grão, tem vindo a aumentar (cerca de 9,4%).

Quadro 2-Área do milho para grão vs área do milho para silagem em Portugal.
Adaptado de ANPROMIS (2016)

	Milho Grão	Milho Silagem	Total	Percentagem Grão
2010	81.600	50.900	132.500	61.6
2011	87.700	49.700	137.400	63.8
2012	94.800	48.700	143.500	66.0
2013	101.700	44.900	146.600	69.4
2014	92.500	44.100	136.600	67.7
2015	78.700	47.700	126.400	62.3
2016	70.800	47.200	118.000	60.0

A redução da área de cultivo do milho verificou-se também nos restantes cereais produzidos em Portugal, exceto no sorgo, no período de 2010/2016 (Figura 1): Aveia – menos 20,4 mil ha; Trigo mole e trigo duro – menos 14,4 mil ha; Triticale – menos 3,4 mil ha; Cevada (+ Cevada dística) – menos 200 ha; Centeio – menos 300 ha; Sorgo – mais 1000 ha. O tomate de indústria sofreu um acréscimo de 2,9 mil ha.

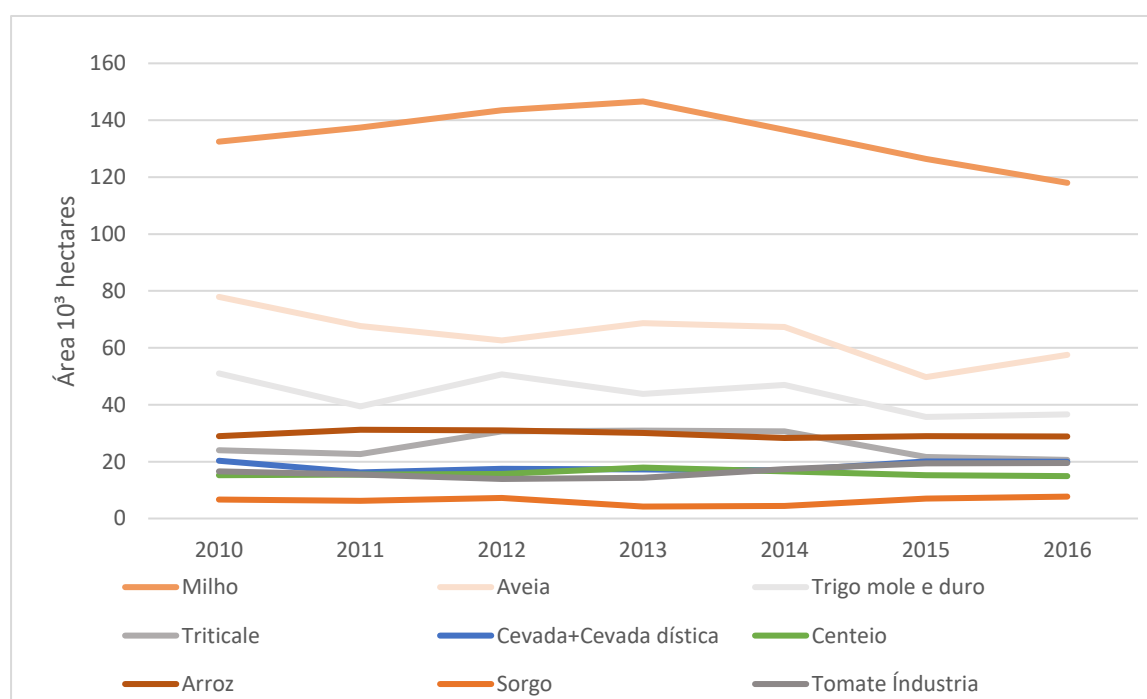


Figura 1- Evolução da área das culturas arvenses em Portugal.
Adaptado de ANPROMIS (2016)

Segundo o INE (2016) esta descida na área de cultivo pode dever-se á volatilidade das cotações e descida de preços desta *commodity* nos mercados nacionais e internacionais (o preço corrente

caiu quase 50% de julho de 2012 para setembro de 2014) em conjunto com o rigor orçamental e os constrangimentos financeiros. Outra das causas pode estar também relacionada com a obrigatoriedade de cumprimento de diversificação de culturas para acesso aos pagamentos da componente ambiental dos pagamentos diretos (*greening*).

A Figura 2 mostra-nos a produção de milho para grão em Portugal desde 2011 até 2015 e a média do último quinquénio, onde é possível constatar que a produção tem vindo a diminuir nos últimos anos.

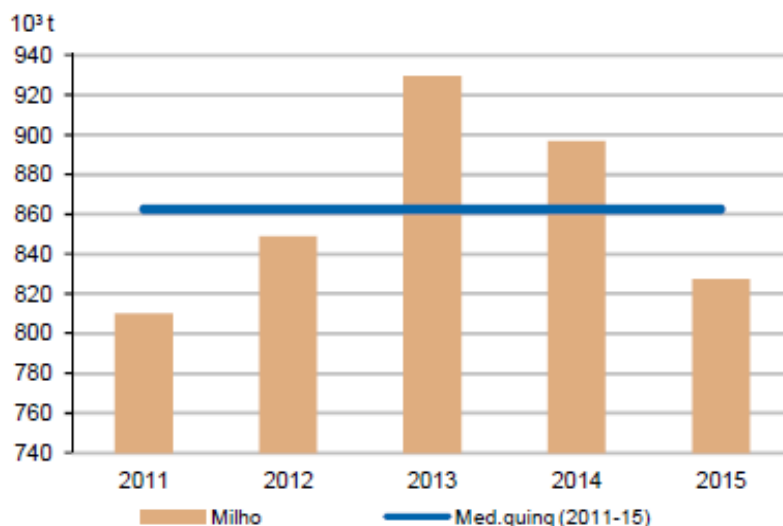


Figura 2- Produção de milho para grão.

Fonte: INE (2016)

Esta descida, como já foi verificado anteriormente, deve-se á redução da área cultivada deste cereal. Contudo, na Figura 3, pode-se constatar que as produtividades têm sido cada vez maiores ao longo dos anos.

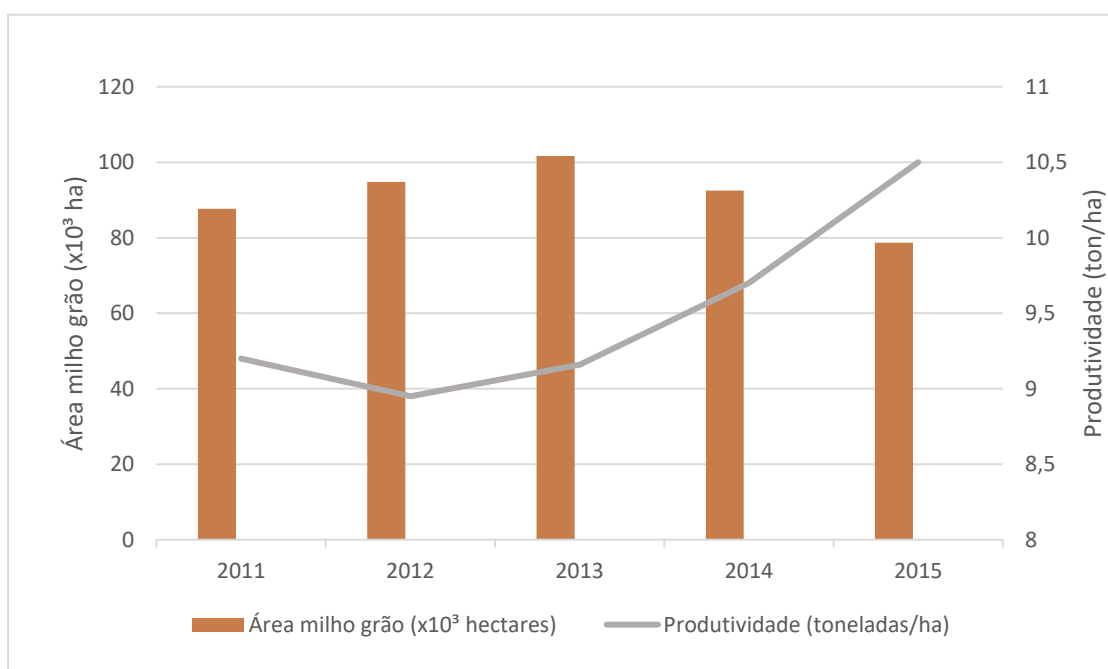


Figura 3- Área dedicada ao milho vs Produtividade em Portugal.

Adaptado de CONSULAI (2015)

No caso de países desenvolvidos como é o caso da Alemanha, França, Bélgica, Espanha e Portugal, conseguem-se produtividades médias entre as 8 e as 11 toneladas por hectare, uma indicação da elevada qualidade no acompanhamento técnico desta cultura. Começa-se então a produzir mais, com uma maior eficácia e com um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis (CONSULAI 2017).

Na Figura 4 observa-se que, segundo a classificação NUTS II, mais de metade da produção de milho para grão em Portugal é realizada no Alentejo (52%), seguindo-se a Região Centro (31%), Norte (13%) e Lisboa (4%). A Região do Algarve e Regiões Autónomas da Madeira e Açores pouco contribuem para a produção de milho para grão.

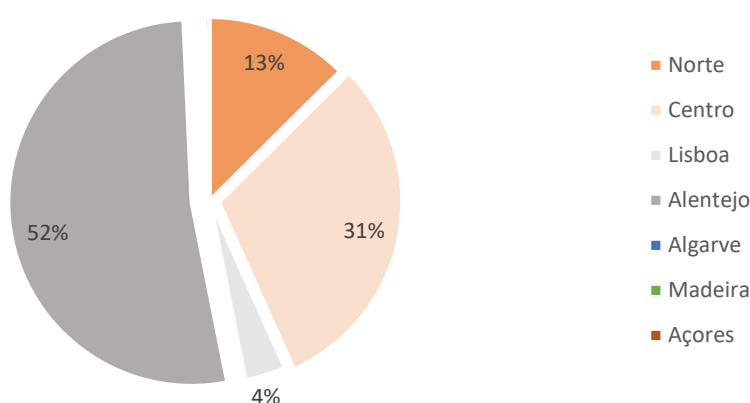


Figura 4- Produção de milho para grão em Portugal em 2015.
Adaptado de INE (2016)

Tendo em conta a distribuição da superfície destinada à cultura de milho para grão em Portugal no ano de 2015, podemos observar na Figura 5 que, as regiões do Centro e Alentejo detêm as maiores superfícies (34% e 33% respetivamente) seguidos do Norte e Lisboa.

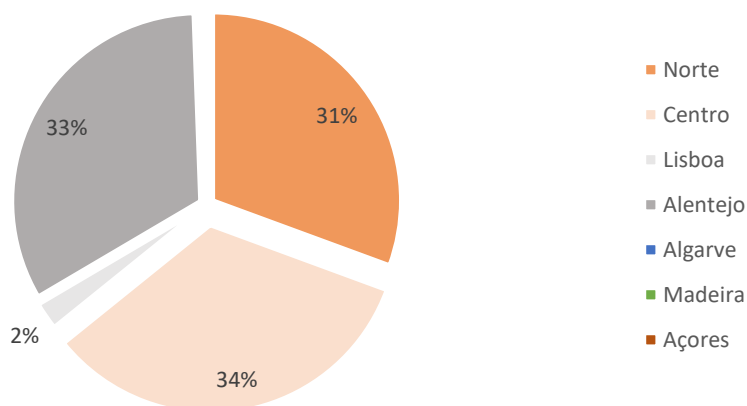


Figura 5- Área destinada à produção de milho para grão em Portugal em 2015.
Adaptado de INE (2016)

Comparando a distribuição da superfície com a produção por região NUTS II, verifica-se que as regiões do Alentejo e Lisboa são as que apresentam maiores produtividades por unidade de área.

Em termos mundiais, os EUA apresentam-se como o maior produtor de milho com cerca de 384.778 10³ toneladas, seguindo-se a China com 219.554 10³ toneladas e o Brasil com 96.000 10³ toneladas (USDA, 2017). A EU-27 encontra-se como a quarta maior produtora apresentando uma produção de 60.711 10³ toneladas. Dentro da EU, segundo Eurostat (2016), o maior produtor é a França com cerca de 14.000 10³ toneladas, seguindo-se a Roménia com cerca de 9.000 10³ toneladas e, logo a seguir, Itália com produções a rondar as 7.000 10³ toneladas.

Como se pode observar na Figura 6, o preço mundial do milho tem sofrido grandes oscilações. No geral a tendência dos preços revela-se decrescente, atingindo os valores máximos no mês de junho e julho e os mínimos nos meses de Setembro e Outubro.

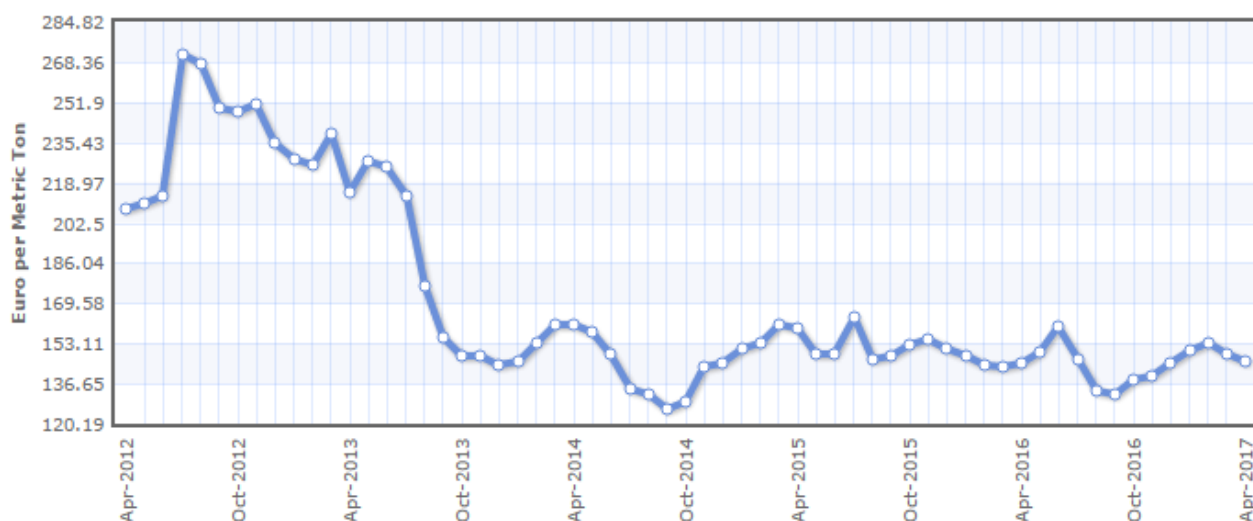


Figura 6- Evolução do preço do milho em euros por tonelada nos últimos 5 anos.
(FOB Gulf of Mexico)
Retirado de Ams.usda.gov, 2018

Em abril de 2017 atingiu valores na ordem dos 145 €/tonelada. Segundo Carvalho (2018) estas flutuações estão provavelmente relacionadas com o ciclo de produção do milho, visto que em setembro tem início a colheita no hemisfério Norte. Além disso, com a aprovação pela UE em 2012 do mir162, variedade geneticamente modificada, abriu-se uma porta ao Brasil para a exportação desta variedade para a Europa, proveniente da colheita em julho.

Estas oscilações são alvo de elevada preocupação pelos agricultores, visto que os seus rendimentos são seriamente penalizados.

Sem qualquer tipo de dúvida a cultura do milho tem uma elevada importância e peso na agricultura europeia e mundial. Apresenta-se como uma das culturas cerealíferas mais relevantes a nível económico, pois é um dos componentes indispensáveis dos alimentos concentrados, especialmente na alimentação de animais de carne e de leite.

Contudo, a produção deste cereal na Europa tem vindo a perder a sua influência, com decréscimos na produção na ordem dos 31% (CONSULAI, 2015).

2.1.2. Botânica e origem

O milho é um cereal que pertence à divisão das Fanerogâmicas, subdivisão das Angiospérmicas, classe das Monocotiledóneas, ordem das Gramíneas, insere-se na família das Gramíneas, no género *Zea* L. e a sua espécie é nomeada de *Zea mays* L. (Castelo, 2009). É uma planta monóica que apresenta um mecanismo fotossintético em C4.

Existem diversas subespécies, contudo as de maior valor comercial são:

- *Zea mays tunicata* Larr. – Milho vestido
- *Zea mays indentate* Sturt. – Milho dentado
- *Zea mays indurata* Sturt. – Milho duro ou liso
- *Zea mays everta* Sturt. – Milho para pipocas
- *Zea mays amilácea* Sturt. – Milho mole
- *Zea mays saccharata* Korn. – Milho doce

Nativo das Américas, pensa-se que este cereal teve a sua origem no México evoluindo da erva selvagem Teosinto (*Zea mays* sp. *mexicana*) (Johnson, 1991). Evidências arqueológicas e análises filogenéticas sugerem que a sua domesticação e utilização como cultura começou há pelo menos 6000 anos. (OGTR, 2008).

A cultura do milho tem uma larga adaptação e é capaz de crescer desde zonas semiáridas, com pluviometrias anuais de 200 a 250 mm, até zonas onde a pluviometria anual pode exceder os 4000 mm (Stoskopf, 1985). Como planta adaptável que é, pode ser cultivada desde 50° Norte (ex: Canadá e Federação Russa) até 40° Sul (ex: Chile). Pode também ser cultivada numa gama de altitudes que vai desde o nível do mar até altitudes superiores a 3800 metros. Esta capacidade de crescimento numa grande variedade de ambientes deve-se à elevada diversidade de características morfológicas e fisiológicas (OGTR, 2008).

O milho é considerado uma planta com elevada eficiência no aproveitamento e conversão da energia proveniente da radiação incidente, consequentemente com elevadas produções de biomassa. Segundo Silva *et al.*, (2016), uma semente que em média apresenta 0,260 g, num período aproximado de 135 dias, será “transformada” em 0,8-1,2 kg de biomassa por planta e 180-250 g de grãos por planta, ou seja, aproximadamente mil vezes o peso da semente originária.

Esta planta tem como finalidade a produção de pasta de papel, de forragem e de plásticos biodegradáveis, sendo que maioritariamente é utilizada para a produção de grão e/ou silagem, atingindo em Portugal, em regadio, produções que rondam valores entre 14 e 17 toneladas de grão seco por hectare (Brito Paes, 2011).

2.1.3. Morfologia

O sistema radicular do milho é fasciculado, apresentando dois tipos de raízes: raízes seminais e raízes adventícias ou de suporte. A partir destas desenvolvem-se ainda algumas raízes laterais e finos cabelos radiculares (Behn, 2012). A radícula que se desenvolve do embrião vai dar origem às raízes seminais, que se desenvolverão no sentido vertical (Barros e Calado, 2014) enquanto as raízes chamadas de suporte surgem acima da superfície do solo, apenas no estado fenológico

de 5 a 6 folhas e são responsáveis pelo sustento da planta bem como pela absorção de fósforo e outros nutrientes (Magalhães *et al.*, 2002). Uma vez estabelecidas estas raízes, passam a ser os tecidos radiculares mais utilizados na absorção de água e nutrientes.

A profundidade das raízes e o seu crescimento é dependente das condições ambientais e das características do solo (Behn, 2012), são também influenciados pelo fornecimento de carboidratos produzidos e armazenados nas partes aéreas (Magalhães *et al.*, 2002). Geralmente o sistema radicular do milho pode apresentar 1-2 metros de profundidade (Behn, 2012).

O caule é um colmo único, ereto e meduloso, feito de nós e entrenós, apesar de algumas cultivares poderem desenvolver ramificações laterais alongadas (OGTR, 2008). Em boas condições pode desenvolver 16 nós, afunilando gradualmente em direção ao topo da planta, terminando numa panícula onde se formam os gâmetas masculinos. O número de nós e a altura atingida depende das variedades utilizadas bem como das técnicas culturais e fertilidade do solo (Castelo, 2009).

As folhas são alternas, compridas e muito largas. São paralelinérveas com uma nervura funda ao meio da página superior, desenvolvendo-se nos entrenós em posições alternadas. São lanceoladas, com lígula curta, embainhadas, de bordos ásperos, glabras ou pubescentes. Ao atingir a maturidade a planta pode apresentar 30 folhas, com uma variação considerável no número de folhas, tamanho e orientação, consoante a variedade utilizada. Geralmente as variedades tropicais desenvolvem mais folhas do que as temperadas. (OGTR, 2008).

Sendo uma planta monóica, o milho produz flores agrupadas em inflorescências masculinas e femininas. A inflorescência masculina forma uma panícula (bandeira) no ápice do colmo, produzindo o pólen, e a inflorescência feminina (espiga ou maçaroca envolvida por brácteas/camisas de onde saem longos estiletes/barbas terminados por dois estigmas), desenvolvida nas axilas das folhas, produz os óvulos que após fecundação produzem os grãos (Coelho, 2016).

O fruto é uma cariopse característica das gramíneas. É composta basicamente por pericarpo (parte externa da semente), endosperma (reserva de substâncias, principalmente de amido e carboidratos) e embrião. (Magalhães *et al.*, 2002).

A polinização ocorre com a transferência de um grão de pólen da flor masculina para uma flor feminina. No caso do milho apenas 2% deste processo ocorre através da autofecundação (Barros e Calado, 2016), isto deve-se a um fenómeno de protandria (órgãos sexuais masculinos atingem maturidade mais cedo do que os femininos), sendo por isso designada como uma planta de polinização cruzada (Brito Paes, 2011).

2.1.4. Fisiologia

Todos os milhos seguem um padrão de desenvolvimento semelhante com algumas variações consoante as variedades, estações do ano, épocas e locais de sementeira. Para que a cultura se torne eficiente é muito importante o conhecimento das diferentes fases de desenvolvimento.

Quadro 3- Duração das fases do ciclo do milho.
Adaptado de Brito Paes (2011)

Fase fenológica	Duração em dias
Sementeira – Emergência	5 a 15
Emergência – 8 a 9 folhas	25 a 45
8 a 9 folhas – Floração	10 a 30
Floração – Maturação	30 a 65
Total	70 a 150

O ciclo da cultura apresenta uma fase vegetativa, onde ocorre o desenvolvimento da planta, e outra reprodutiva, no qual ocorre o desenvolvimento da espiga. Estas duas fases englobam todo o processo desde emergência até à maturidade fisiológica (Magalhães *et al.*, 2002).

Uma planta que completa o seu ciclo até 85 dias é considerada como ultraprecoce (FAO100), enquanto uma planta que completa o seu ciclo em mais de 150 dias é considerada como ultratardia (FAO900). Entre o ciclo ultratardio e o ciclo ultrapercoce existem outros ciclos, como é o caso do FAO200 (86 a 95 dias), do ciclo FAO300 (96 a 105 dias), do ciclo FAO400 (106 a 115 dias), e assim consecutivamente.

A caracterização mais aceite e universal dos estados fenológicos é:

Fase Vegetativa (V):

VE- Emergência

V1- Primeira folha expandida

V2- Segunda folha expandida

V3- Terceira folha expandida

V(n)- n-folha expandida

VT- Embandeiramento

Esta fase tem início na germinação onde a temperatura ótima se situa nos 10°C durando cerca de 6 a 10 dias, consoante a temperatura e a percentagem de humidade do solo. Ao atingirem as 3 a 4 folhas (V3/V4) o crescimento das plantas parece cessar, permitindo o desenvolvimento da zona radicular.

Entre as 4 e 6 folhas formam-se os órgãos florais e o meristema apical está à superfície do solo. Quando a planta atinge 6 a 8 folhas a instalação da cultura é “finalizada”, sendo essencial um conforto hídrico até esta fase. Fatores como fraca insolação e temperaturas inferiores a 10°C (zero vegetativo) prolongam a fase vegetativa (Castelo, 2009). Nesta fase são determinados os principais componentes de produção: nº de espigas, nº de linhas por espiga e nº de grãos por linha (Brito Paes, 2011).

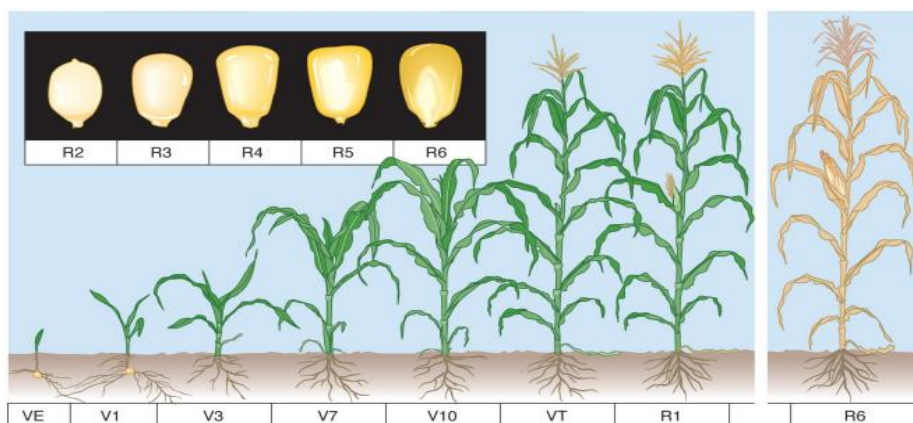


Figura 7- Estados fenológicos da cultura do milho.
Retirado de Nafziger (2009)

Fase Reprodutiva (R):

- R1- Aparecimento das sedas (*silking*)
- R2- Emborrachamento (*blister*)
- R3- Leiteira (*milk*)
- R4- Pastosa (*dough*)
- R5- Vítreo (*dent*)
- R6- Maturação fisiológica

Das 6 a 8 folhas até R1 é desenvolvida a panícula masculina, iniciando-se então a polinização que se estenderá por duas semanas. Posteriormente formam-se os gomos axilares, sob os quais aparecem as flores femininas e as sedas, disponíveis para “receber” o pólen, fecundando 48 a 72 horas depois (Castelo, 2009). A diferença temporal entre a formação das panículas (flores masculinas) e as sedas (flores femininas) é cerca de três dias, daí a polinização ser quase sempre cruzada. O tempo de desfasamento entre a maturação das flores masculinas e femininas depende das características genéticas da cultivar e das condições ambientais, sendo que durante esta fase a planta se apresenta muito vulnerável a geadas tardias devido à completa exposição da panícula (Guiomar, 2011).

Na fase da floração as temperaturas demasiado elevadas (35-38°) podem influenciar negativamente o nº de grãos por espiga visto que o processo de polinização é reduzido (Brito Paes, 2011). Esta torna-se então a fase em que a planta se apresenta mais vulnerável a qualquer tipo de stress, visto que será afetada a polinização e consequente fecundação.

Cerca de 15 dias depois do aparecimento das sedas os grãos ainda se apresentam brancos e começam a acumular matéria seca. Começa a translocação de nutrientes das folhas e caule para as espigas, e o desenvolvimento dos jovens grãos e dos esboços das espigas é rápido (Sindelar, 2017).

A planta começa agora a dirigir os nutrientes para o aparelho reprodutor. Ao passo que o número de grãos foi já determinado nas fases anteriores, o tamanho dos mesmos será determinado até à maturação fisiológica, ou ponto negro, (55 a 60 dias depois do aparecimento das sedas (fase em que as migrações das reservas para o grão terminaram), onde o grão apresenta um teor de humidade que ronda os 35% (Quadro 4). A colheita deverá ser efetuada quando o grão se encontra com um teor de humidade de 25% (Abendroth, 2011).

Quadro 4- Teores de humidade do grão em diferentes estados de desenvolvimentos.
Adaptado de Abendroth (2011)

Estado de desenvolvimento	Teor de humidade do grão
Emborrachamento – R2	85%
Leitoso – R3	80%
Pastoso – R4	70%
Vítreo – R5	55%
Maturação Fisiológica – R6	30-35%

Um possível aparecimento de geadas antes da maturação fisiológica poderá matar precocemente a planta, que em condições normais iria secar gradualmente, reduzindo a qualidade do grão e a potencial produção final (Abendroth, 2011).

2.1.5. Fatores de produção

O crescimento das plantas, necessariamente responsável pela produção vegetal, apenas é conseguido pelo facto de estas disporem de boas condições de crescimento. De qualquer modo, não nos podemos esquecer que a alimentação das culturas, por mais ajustada que seja, não se impõe como o único fator responsável pelas produções agrícolas. Para além desta, e com ela estando intimamente correlacionados, existem, fundamentalmente, dois tipos de fatores: Fatores genéticos (inerentes à própria planta) e fatores ambientais (associados ao ambiente em que a planta se desenvolve) (Quelhas do Santos, 2012).

Fatores genéticos

Os fatores genéticos são selecionados quando escolhemos a cultivar que queremos. A escolha da mesma, quando efetuada corretamente, pode ter um elevado contributo na redução do risco, sendo por isso um fator importante do planeamento da produção (Plessis, 2003). O tempo de maturação, o potencial produtivo, a estabilidade e a resistência a doenças são as características mais importantes a ter em conta quando escolhemos uma cultivar (Nafziger, 2009).

Fatores ambientais

Temperatura: O milho é uma planta de clima tropical e tem um desenvolvimento deficiente em áreas onde a média da temperatura diária é menor do que 19°C ou onde a média dos dias de verão é menor do que 23°C. Contudo a temperatura mínima para a sua germinação (zero vegetativo) é 10°C, sendo mais rápida e menos variável em solos que apresentam temperaturas de 16 a 18°C. Com uma temperatura de 20°C, o milho deverá emergir entre 5 e 6 dias. A temperatura crítica que afeta a produção é aproximadamente 32° (Plessis, 2003).

A cultura necessita de acumular temperatura para se conseguir desenvolver entre dois estados fenológicos. O somatório graus de crescimento mede a acumulação da temperatura desde o dia da sementeira (Almeida, 1999) e, segundo Coelho (2016), este somatório em casos de ciclos precoces a médios vai desde 1500 a 1900°dia, com necessidades em calor que diferem ao longo ciclo, distribuídas da seguinte forma:

Σ calor da sementeira até emergência..... 100 a 200°dia

Σ calor da emergência até floração..... 900 a 1000°dia
Σ calor da floração até maturação.....500 a 700°dia

O milho é uma cultura sensível às geadas e estas podem afetar o seu crescimento em qualquer dos estados fenológicos. As folhas de uma planta já madura são mais facilmente afetadas e o enchimento do grão pode sofrer graves danos quando atacado por uma geada (Plessis, 2003).

Apresentadas as exigências térmicas e a temperatura base de crescimento, pode-se dizer que o milho é uma cultura que se adapta ao nosso clima mediterrânico quando semeado na primavera-verão, sendo necessária a complementação com rega (Brito Paes, 2011).

Água: A cultura do milho é muito exigente em água contudo, é uma das que mais eficiência apresenta quando se fala da produção de matéria seca e utilização da água (Rodrigues *et al.*, 2011). Segundo Brito Paes (2011), para produzir 1kg de matéria seca são utilizados cerca de 250 a 300 litros de água (evapotranspiração).

No entanto a quantidade e qualidade produzida estão intimamente relacionadas com a existência ou não de stress nas fases mais críticas do seu crescimento (Rodrigues *et al.*, 2011), ou seja na fase de 6 folhas expandidas em diante e entre 20 dias antes e 20 dias depois da floração (nesta fase a planta consome cerca de 45% do total de água) (Coelho, 2016). Se existir stress na fase critica, o rendimento em grãos poderá ser seriamente afetado (Flores, 2014), observando-se que um ligeiro atraso de 1 ou 2 dias na dotação de água poderá provocar danos consideráveis (Brito Paes, 2011).

Segundo Flores (2014), na zona do Vale do Tejo, o milho necessita de pelo menos 500 a 700 mm (L/m²) bem distribuídos ao longo do seu ciclo, para satisfazer plenamente as suas necessidades hídricas. As plantas consomem cerca de 2-3 mm todos os dias até atingirem 30-40 cm, e cerca de 7-10 mm na fase reprodutiva (ADP-Fertilizantes, 2017).

Segundo Brito Paes (2011) a primeira rega não deve ser efetuada antes das 3-4 folhas expandidas, conseguindo deste modo que haja um aumento da capacidade radicular (aprofundamento das raízes). Contudo, nos anos de maior escassez, deve-se regar antes da sementeira para uma melhor germinação e emergência.

Na fase final do ciclo deve-se reduzir gradualmente as dotações de rega até que a planta atinga a maturação fisiológica (ponto negro) (Coimbra, 2017).

Solo: No caso do solo, o milho em geral adapta-se bem a diversos tipos, isto se forem utilizadas as variedades certas e adequadas técnicas de cultivo (Flores, 2014). Contudo, os solos ideais para o seu cultivo são aqueles que apresentam texturas médias, com percentagens de argila a rondar os 30-35% ou mesmo os argilosos com boa estrutura. São solos que apresentam uma boa drenagem, bem como uma elevada capacidade de retenção para a água e nutrientes.

Devido ao elevado potencial de desenvolvimento do seu sistema radicular, os solos devem apresentar elevadas profundidades efetivas (superiores a 1 metro), já que em casos contrários o desenvolvimento radicular é dificultado e existe uma menor capacidade para armazenar água (Magalhães e Durães, 2002). A gama de pH tolerada situa-se entre 5.5 e 7.8, fora destes limites geralmente a disponibilidade de certos elementos aumenta ou diminui provocando toxicidade ou carências (Flores, 2014).

Fertilização: O milho é muito exigente em elementos nutritivos, comparado com outras culturas, por isso deve-se fazer um plano de fertilização em função das análises químicas

efetuadas ao solo (Flores, 2014). As doses devem ser sempre ajustadas consoante as variedades utilizadas e a experiência local na utilização de adubos (ADP-Fertilizantes, 2017). As extrações (Kg/ha) relativas a esta cultura estão apresentadas no Quadro 5.

Quadro 5- Extrações relativas à cultura do milho (Kg/ha)
Adaptado de ADP-Fertilizantes (2017)

N	P2O5	K2O	MgO	CaO	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
160-280	60-110	110-230	40-80	50-110	15-20	0,1-0,2	0,1	1,0-2,1	0,34-0,75	0,005-0,009	0,38-0,70

Os nutrientes secundários e micronutrientes que assumem maior importância nesta cultura são o Magnésio, Enxofre, Boro, Cobre e Zinco, que frequentemente são alvo de fertilização. Segundo ADP-Fertilizantes (2017), as quantidades de macronutrientes principais a aplicar para produções de 14 t/ha de grão deverão, na maior parte dos casos, situar-se dentro dos seguintes limites:

Azoto (N): 200 kg a 340 kg
Fósforo (P2O5): 100 kg a 180 kg
Potássio (K2O): 100 kg a 210 kg

A aplicação de azoto deverá ser através da adubação de fundo (50 a 100 kg/ha) e da adubação de cobertura (150 a 240 kg/ha), que por sua vez, deve ser fracionada em 1 ou 2 aplicações, a primeira com o milho joalheiro e a segunda no início da floração. No entanto, se houver possibilidade de fertirrega pode-se aumentar o fracionamento (Brito Paes, 2011).

Infestantes: O combate às infestantes é um processo crucial quando se fala em preservar o rendimento da cultura. Uma das regras de ouro é a sua destruição antes mesmo que sejam visíveis. Para isto utilizam-se os tratamentos de pré-emergência, evitando concorrentes do milho na utilização de água e azoto, e mais tarde, de luz solar. Outra das razões que favorece a utilização dos tratamentos pré-emergentes é a dificuldade de degradação, por parte do milho, dos tratamentos à base de sulfonilureias usados no combate às gramíneas (Porte-Laborde, 2015).

Outra das formas de controlar infestantes é através de sachas, sendo efetuadas geralmente no estado fenológico V2/V3 e no estado fenológico V5/V6 (milho joalheiro) (Brito Paes, 2011).

Data, Profundidade, Densidade e Distribuição de sementeira: As sementeiras podem ser efetuadas desde que as temperaturas das águas subterrâneas e do solo sejam adequadas para uma boa germinação. Se a temperatura mínima do ar se situa entre 10 e 15°C por sete dias consecutivos então a germinação ocorrerá normalmente (Plessis, 2003). Se o clima o permitir, as sementeiras podem ser efetuadas em meados de março/inícios de abril (Milho amarelo, 2017).

Quando a data de sementeira é mais precoce devem ser utilizadas variedades de ciclos mais longos. Em contrapartida, quando há um atraso na data de sementeira as variedades utilizadas devem apresentar ciclos mais curtos (Brito Paes, 2011).

A profundidade de sementeira no milho varia entre 5 e 10 cm, dependendo do tipo de solo e da data de sementeira. Regularmente, em solos mais pesados a semente deve ser semeada mais à superfície do que em solos mais ligeiros (Plessis, 2003).

Devido à sua fraca capacidade de perfilhar, na cultura do milho, torna-se muito importante planejar bem qual a densidade de sementeira a utilizar (Plessis, 2003), sendo que 50% do rendimento final depende da sementeira. Deve-se considerar uma taxa de mortalidade de 5 a 8% dos pés (sementes não germinadas e ataques de agentes parasitários). Ritchie, Hanway e Benson, (1986) explicam que encontrar a densidade ótima é um processo complexo que varia para diferentes híbridos e diferentes ambientes.

As densidades de sementeira podem ir de 60 000 a 110 000 plantas/ha (ADP-Fertilizantes, 2017), sendo que uma variedade com um ciclo mais curto permite densidades maiores e uma com um ciclo mais longo deve-se optar por uma menor densidade de plantas. (Brito Paes, 2011).

De facto, devido à sua fraca capacidade de afilhamento, as baixas densidades serão compensadas pelo número de espigas por planta, pelo número de grãos por espiga e pelo peso do grão (Brito Paes, 2011).

Segundo Coelho (2016), a produtividade da cultura do milho grão pode ser calculada segundo uma equação que conjuga diversos componentes de produção.

$$\text{Produção (kg/ha)} = (\text{nº plantas produtivas/ha}) * (\text{nº de espigas por planta}) * (\text{nº de linhas por espiga}) * (\text{nº de grãos por linha}) * (\text{taxa de fecundação}) * (\text{taxa de vingamento dos grãos}) * (\text{peso do grão (kg/grão)}) \quad (\text{eq. 1})$$

Assim por exemplo:

$$70000 \text{ plantas/ha} * 0.98 \text{ espigas/planta} * 16 \text{ linhas/espiga} * 50 \text{ grãos/linha} * 0.8 \text{ taxa de fecundação} * 0.95 \text{ taxa de vingamento dos grãos} * 250 * 10^{-6} \text{ kg/grão} = 10427 \text{ kg/ha} \quad (\text{eq. 2})$$

O cálculo para a dose de semente, para uma população produtiva pretendida, deve-se basear na seguinte equação:

$$\text{Dose de semente (kg/ha)} = \text{População produtiva pretendida} / \{ (1 - (\text{Perdas da emergência à colheita})) * (1 - (\text{Perdas da sementeira à emergência})) * (\text{Valor cultural da semente}) \} * (\text{Peso do grão}) \quad (\text{eq. 3})$$

A dose de semente a utilizar irá então ser determinada pelos fatores apresentados no quadro abaixo:

Quadro 6- Fatores a ter em quando se calcula a dose de semente a aplicar.
Adaptado Coelho (2016)

- | |
|--|
| (1)Peso de 1000 grãos – 250g
(2)Grau de pureza – 98% (limite mínimo de semente de 1ª qualidade)
(3)Faculdade germinativa – 90% (limite mínimo de semente de 1ª qualidade)
(4)Valor cultural da semente (2)*(3) – 89.82%
(5)Perdas da sementeira à emergência – 10%
(6)Perdas da emergência à colheita – 10% |
|--|

Assim sendo, para uma população produtiva pretendida de por exemplo 70 000 plantas/ha, a dose de sementeira deverá ser:

$$\{(70000/(1-(0.10)))*((1-(0.10))*(0.8982))*(250*10^{-6}) = 24,05 \text{ kg de semente por hectare.}\}$$

(eq. 4)

As principais causas para as perdas da sementeira à emergência devem-se à qualidade da semente, às condições de germinação (teor de humidade no solo e cama da semente), acidentes fitossanitários e pragas.

Desde a germinação até à colheita a origem das principais quebras está na qualidade da implantação (estrutura do solo), na condução de rega, em acidentes mecânicos, em acidentes fitossanitários e ataques por pragas.

Finalmente, a distribuição espacial da cultura do milho também tem impactos na produtividade. O espaçamento entre linhas exerce grande influência sobre interceção da radiação fotossinteticamente ativa, e, com isto, afeta o rendimento dos grãos (Uate, 2013).

O espaçamento padrão entre linhas semeadas é de aproximadamente 0,80 m, de modo a coincidir com o espaçamento entre as cabeças de corte das ceifeiras. Dependendo da densidade de sementeira, a distância na linha semeada pode ser calculada da seguinte forma:

$$\text{Espaç. Linha (m)} = 10000\text{m}^2 / (\text{Dose de semente (Kg/ha)} / \text{Peso da semente (Kg/grão)}) * 1/0,75\text{m}$$

(eq.5)

2.2. Mobilização do solo

O solo é um componente base para o desenvolvimento, manutenção e sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola.

Como refere Miedema (1997), são diversos os fatores que determinam a performance de cultivo e desenvolvimento vegetal, fatores que não só incluem os processos químicos e físico-químicos e atividade biológica do solo mas também as práticas de gestão (mobilização do solo, rega, drenagem, fertilização, etc.), que reunidos têm como objetivo manter e/ou criar condições ideais para emergência, enraizamento e aproveitamento de água e nutrientes.

A mobilização do solo é efetuada de modo a melhorar as condições para germinação da semente e posterior desenvolvimento da planta, bem como permitir um melhor arejamento e movimento da água e controlo eficaz de infestantes (Brito *et al.*, 2005).

De modo a manter favoráveis as propriedades do solo, os equipamentos utilizados na sua preparação devem ter em conta as suas condições e a operação que se quer efetuar. Idealmente a preparação do solo deve ser a mínima possível, não implicando, com isso, a profundidade da operação. Deste modo conseguem-se maiores benefícios ambientais e, muitas das vezes, económicos também (Carvalho Filho *et al.*, 2007).

Brito *et al.*, (2005) referem que as mobilizações, para além de todos os benefícios, apresentam efeitos negativos. A preparação do solo pulveriza a superfície, proporcionando uma maior suscetibilidade à erosão hídrica e eólica, e origina uma possível compactação nas camadas subsuperficiais, que tende a dificultar o crescimento das raízes, bem como o desenvolvimento e a produção das culturas.

Anos de lavouras e tráfego podem também causar a agregação das partículas do solo causando o preenchimento dos poros, criando uma camada impermeável abaixo da profundidade da lavoura, dificultando a penetração no solo por parte das raízes e da humidade.

Alakukku e Elonen, 1995 afirmam que os problemas de compactação são abrangentes em todo o mundo, e que representam um dos fatores limitantes das qualidades físicas dos terrenos agrícolas, influenciando negativamente a produtividade das culturas.

Segundo Anderson e Hamza, 2005, esta compactação pode afetar o desenvolvimento da cultura e a retenção de água no solo, afetando a absorção de nutrientes e tornando as cultura mais vulneráveis a pragas e doenças. Solos compactados estão mais sujeitos à erosão e a escorrimentos de água.

Solos que apresentam camadas pouco permeáveis são solos que originam problemas na absorção de água, limitando a oxigenação necessária para a respiração radicular (Chaves *et al.*, 1996).

Branquinho *et al.*, 2004 afirmam que métodos de mobilização convencional apresentam, em profundidades próximas à superfície, uma densidade global relativamente elevada, maior resistência à penetração e mais microporosidade.

Estreitamente relacionada com a compactação está a infiltração de água, pelo que conhecer o padrão do movimento da água no interior dos perfis do solo torna-se essencial para solucionar problemas de compactação, bem como de irrigação, drenagem, conservação da água e poluição, conseguindo um melhor controlo da infiltração e escorrimentos superficiais (Hillel, Krentos e Stylianou, 1972).

A geologia da região apresenta também um papel muito importante na qualidade da drenagem da água. Os diferentes tipos de rochas (tanto primárias como sedimentares) nos estratos

profundos e superficiais definem os tipos e as quantidades dos constituintes solúveis que se encontram na área irrigada (Kielen e Tanji, 2002).

O excesso de água presente numa parcela pode ser devidamente retirada, tanto por processos de drenagem superficial (utilização de valas de drenagem) como por processos de descompactação do solo.

Segundo Santos (1996), os processos de descompactação do solo são efetuados basicamente por dois tipos de alfaias: os escarificadores pesados “chisel” e os subsoladores. Ambos têm como principais objetivos a disposição de um maior volume de terra às raízes, a facilidade de infiltração da água proveniente do aumento da capacidade de retenção do solo, melhorar o arejamento e prevenção de erosão.

Contudo, Barros e Calado (2011) afirmam que se devem tomar medidas adjacentes à descompactação, de modo a que o solo não volte a compactar. Tais medidas podem passar pela introdução de uma cultura onde as raízes explorem um grande volume de solo, de modo a manter a porosidade biológica, como é o caso dos cereais de Outono/Inverno, nomeadamente trigo e a aveia

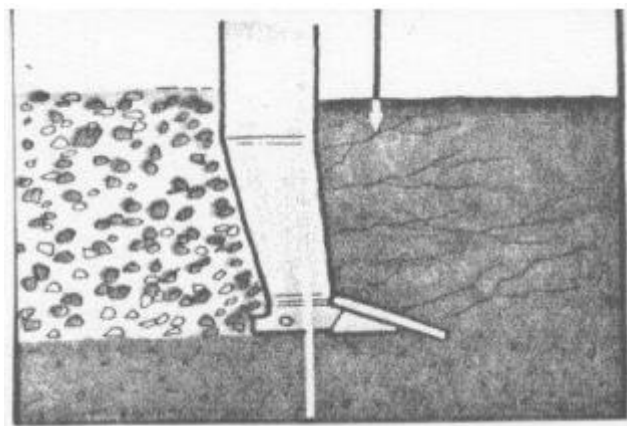


Figura 8- Esquema de uma operação de descompactação do solo.
Retirado Barros e Calado (2011)

2.2.1. Equipamentos utilizados na descompactação do solo

Escarificador pesado “Chisel”- Utilizado de modo a quebrar o material do subsolo até aos 45-50 cm. Desta maneira há um melhoramento das condições físicas do solo através de uma melhoria da infiltração da água, do arejamento do solo e consequente penetração radicular. Destrói a camada formada pela circulação de máquinas, ou ainda alguma camada pouco permeável ou compactada (Chaves *et al.*, 1996).

Subsolador- A sua utilização é semelhante à do Chisel, mas a profundidades superiores que podem ir até aos 90 cm.

É efetuado o rasgamento das camadas compactadas sem revirar os perfis do solo. Devem trabalhar a menos de 10 cm por debaixo da camada que se quer romper.

As diferenças na profundidade de intervenção permitem estabelecer duas categorias: subsoladores para trabalho muito profundo, e descompactadores para trabalho a menor profundidade.

Deve-se ter em atenção que esta é uma operação de alto consumo energético, provavelmente o maior de entre as operações agrícolas, devendo somente ser utilizada quando existe uma camada muito endurecida, em profundidades não atingidas por outro equipamento (Camargo e Alleoni, 1997).

Naturalmente os solos não se encontram compactados. São compactados artificialmente pela “mão” do homem, ou porque se trabalha o solo em condições húmidas, ou pelo deslocamento de alfaias e reboques dentro da parcela.

Deste modo deve-se proceder à identificação dos locais compactados e, somente nessas zonas, efetuar as devidas intervenções de descompactação. Assim, obtém-se uma poupança na energia e emissões, poupando ainda tempo e dinheiro, obtendo um resultado idêntico ao da intervenção na totalidade da parcela.

2.3. Agricultura de Precisão

2.3.1. Conceito

Segundo Schmaltz (2017), a AP nasceu com o aparecimento da orientação por GPS para tratores no início dos anos 90, aparecendo como um novo sistema de cultura (Zhang *et al.*, 2002).

Desde há muito tempo que as diferenças em larga escala são conhecidas e corrigidas pelo agricultor, fazendo uma diferente gestão entre um terreno numa baixa e num cabeço, mesmo que estejam relativamente próximos. Contudo, dentro de uma mesma parcela existe uma variabilidade espacial e temporal, umas vezes evidentes e outras ocultas, produzindo importantes variações no rendimento de umas zonas para outras (Ubierna, 2001). Nos dias de hoje a tecnologia alcançou um nível que permite ao produtor medir, analisar e manusear a variabilidade dentro da parcela (García e Flego, 2008) conseguindo gerir essa área de maneira diferenciada (Coelho *et al.*, 2004).

É aqui que entra a AP.

A maneira mais fácil de a perceber é pensar nela como tudo o que faz a prática da agricultura mais precisa e controlada (Schmaltz (2017), otimizando recursos e fatores no espaço e no tempo com o objetivo de maximizar os ganhos económicos de forma sustentável (Braga, 2016). Engloba aspetos da variabilidade de solos, clima, diversidade de culturas, desempenho de máquinas agrícolas e inputs (físicos, químicos e biológicos) naturais ou artificiais (Coelho, 2005).

Segundo Braga e Pinto (2011) na maioria das vezes, a AP recorre à utilização mais ou menos intensa de tecnologias geo-espaciais (GPS, SIG, monitores de produtividade, VRT, DR, entre outras).

Este tipo de tecnologias habilita o agricultor a manusear variações na produtividade dentro da parcela (García e Flego, 2008), o que por sua vez levará a uma redução dos custos de produção e a uma gestão mais ambientalista (Ubierna, 2001).

De uma forma geral, este conceito baseia-se na aplicação da quantidade correta de um certo fator de produção, no momento adequado e no lugar exato (García e Flego, 2008).

Feitas as apresentações, pode-se agora definir as duas principais vantagens/objetivos da AP. São elas:

1. Aumento dos rendimentos do agricultor;
2. Redução dos impactes ambientais;

Baseando-se na filosofia de se conseguir produzir mais com menos, aplicando apenas o necessário às culturas (Coelho e Silva, 2009), a AP disponibiliza ao pequeno, médio e grande agricultor uma ferramenta de gestão da sua propriedade, objetivando um aumento da produtividade e sustentabilidade.

2.3.2. Tecnologias

GPS

O GPS foi desenvolvido pelo departamento de defesa dos Estados Unidos no final da “Guerra fria” para fins militares, sendo atualmente utilizado também, em aplicações civis tanto na náutica como na aviação (García e Flego, 2008).

Este tipo de sistema está na base da agricultura de precisão visto que, para se conseguir determinar a variabilidade espacial (tanto do solo com da cultura) é preciso localizar geograficamente cada um dos pontos utilizados na recolha de dados (Coelho e Silva, 2009). Este sistema funciona através da transmissão de sinais rádio por 24 satélites, espalhados pelo espaço terrestre, a uma altitude aproximada de 20.000 km (Coelho, 2005). Segundo Coelho e Silva (2009), o sistema de GPS pode ser dividido em dois componentes:

- Sistema de satélites- formado por 24 satélites NAVSTAR (*Navigation by Satellite Timing and Ranging*) percorrendo uma órbita em cada 12 horas, habilitados a enviar e receber sinais rádio.
- Recetor de sinais no utilizador- composto por um recetor rádio, um relógio, e o software que efetua os cálculos para determinar a sua localização ou posição geográfica.

Segundo Han et al. (1994), para obter uma maior precisão de todo o sistema, existe uma técnica que corrige as posições, designada de correção diferencial. Para a utilização de um GPS diferencial (*Differential Global Positioning System – DGPS*), é necessária a existência de um recetor extra (estação-base) localizado num ponto fixo de coordenadas conhecidas.

SIG

Os Sistemas de Informação Geográfica são sistemas que têm a capacidade de combinar séries de dados correspondentes a locais específicos (Estes, 2014). Englobam toda a organização dos dados, seu armazenamento e processamento, permitindo obter as informações neles contidos (Trevisan e Molin, 2014).

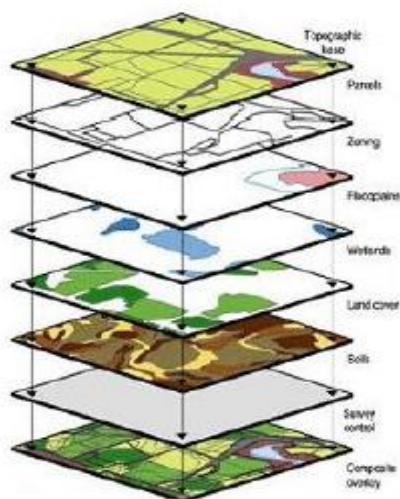


Figura 9- Representação das camadas de informação num SIG.
Retirado de Braga (2016)

Em complemento com o GPS, este tipo de sistemas permite o acesso a toda essa informação acumulada (fornecida pelo GPS) de uma forma organizada, manuseando e analisando os dados, facilitando a sua interpretação e tomada de decisão (García e Flego, 2008). Desta forma, torna-

-se possível cartografar os resultados, “construindo-se” então cartas, que podem ser regularmente atualizadas (Sampaio, 2007).

Segundo Coelho e Silva (2009), os SIG têm ganho uma grande importância no setor agrícola no planejamento e gestão, tanto a nível regional como da exploração (gestão de perímetros de rega, cartas de potencial agrícola, estudos e projetos de emparcelamento, etc.). Estes (2014) refere que, sem este tipo de programas seria impossível praticar Agricultura de Precisão, apresentando-se como uma ferramenta de elevada importância e uma poderosa ajuda na tomada de decisão.

Deste modo, à medida que a Agricultura de Precisão se expande, os SIG expandem-se com ela (García e Flego, 2008).

Condutividade Elétrica do Solo

A condutividade elétrica tem-se evidenciado como uma importante ferramenta na agricultura de precisão. Segundo Coelho e Silva (2009, devido há existência de grande variabilidade espacial dos solos no nosso país, mesmo em pequenas parcelas, as análises para sua caracterização são fundamentais. (García e Flego, 2008) refere que o grande objetivo desta técnica é conhecer qual o fator limitante que provoca as diferenças de rendimento dentro da mesma parcela.

Basicamente, segundo Rabello (2009), as medições que esta técnica permite efetuar estão relacionadas com a salinidade, teor em nutrientes e humidade, textura, densidade volumétrica e matéria orgânica.

O princípio desta técnica baseia-se na capacidade de condução de corrente elétrica, que varia com as propriedades físicas e químicas do solo (Rabello, 2009), e exprime-se em miliSiemens por metro (mS/m). O equipamento consiste de elétrodos em contacto com o solo que efetuam a medição da condutividade elétrica aparente (CEa). Cada medida é registada de acordo com a sua posição georreferenciada, através de um sistema de GPS, demonstrando a variabilidade espacial das características do solo.

Monitores de Produtividade

Tendo em conta que um dos objetivos finais da AP é que, em cada ponto do terreno se produza o máximo possível, torna-se necessário representar graficamente a produtividade particular em todos os pontos (Ubierna, 2001). Coelho e Silva (2009) não hesitam em afirmar que, na maioria dos casos, o primeiro passo na implementação da AP relaciona-se com a monitorização da produtividade.

Um monitor de produtividade é um sistema que recorre a informação procedente de vários sensores e através de um software calcula a produção de uma cultura no tempo e no espaço, baseando-se na informação de localização de cada parcela disponibilizada por um GPS, sendo o resultado representado sob a forma de um mapa gráfico (García e Flego, 2008).

Muitas vezes, esta representação gráfica da produtividade permite, por si só, a identificação de fatores limitantes da cultura (pH, fertilidade e/ou permeabilidade do solo, pragas, doenças, infestantes,...), possibilitando a sua correção e o aumento das produtividades na campanha seguinte (Coelho e Silva, 2009).

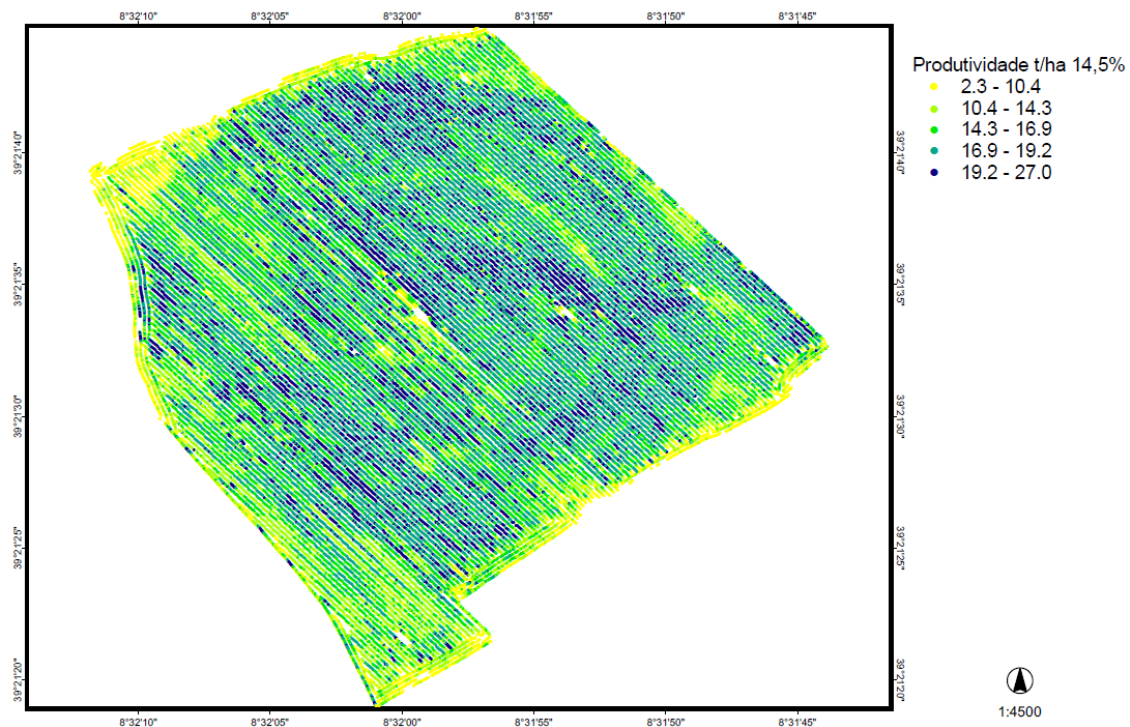


Figura 10- Carta de produtividade de uma cultura de milho.
Retirado de Braga (2016)

Segundo Ubierna (2011), no caso de culturas para grão, para gerar mapas de produtividade as ceifeiras têm de estar equipadas com os seguintes dispositivos:

- Sensor de fluxo de grão/sensor de massa;
- Sensor de humidade do grão;
- Antena GPS;
- Monitor de dados;

A construção do mapa é tarefa de um programa específico de SIG que se encarrega de juntar toda a informação da localização de cada ponto com o seu valor de produção ou qualquer outro dado útil.

A totalidade dos dados obtidos apresentam erros que necessitam de ser compreendidos e corrigidos. Deste modo é preciso que haja um tratamento prévio dos dados para que depois possam ser convertidos num mapa credível para análise e tomada de decisão. (Coelho *et al.*, 2013).

Atualmente, os mapas de produção são a principal tecnologia utilizada em todo o mundo. Contudo, pensa-se que num futuro próximo, as técnicas de deteção remota de alta resolução permitam prever a produtividade das culturas antes de ser efetuada a colheita (Coelho, 2005)

Deteção Remota

Embora a DR seja utilizada na agricultura desde os anos 30, esta prática desenvolveu-se muito como ferramenta de gestão na produção vegetal. Segundo Martini *et al.*, (2013), a forma mais geral de definir DR é pensar nela como um grupo de técnicas que recolhem informação sobre um objeto ou área sem ter que estar em contacto físico com esse objeto.

Esta técnica implica a medição da energia, através de um sensor, que é refletida ou emitida por objetos. Esta energia eletromagnética viaja pelo espaço como ondas eletromagnéticas e diferencia-se pelo seu comprimento de onda. Habitualmente apenas uma pequena porção, ou banda, de todo o espectro, apresenta interesse para a DR. Em aplicações agrónomicas a energia que apresenta maior interesse situa-se entre a banda ultravioleta (UV) e infravermelha (IV). A maior parte da luz solar encontra-se nestas bandas com comprimentos de onda entre 0.2 e 0.4 micrómetros respetivamente (Cabrera, 2009).

O funcionamento deste sistema é de fácil de compreensão. Podem existir dois tipos de emissores, os naturais (Sol ou Terra) e/ou os artificiais (radares). A superfície terrestre, por sua vez, interage com a radiação emitida, visto que diferentes objetos originam diferentes respostas – a energia emitida ou refletida por diferentes objetos apresenta distintos comprimentos de onda – sendo essas diferenças captadas, registadas e identificadas pelo sensor (Sampaio, 2007). (Figura abaixo bibliografia59).

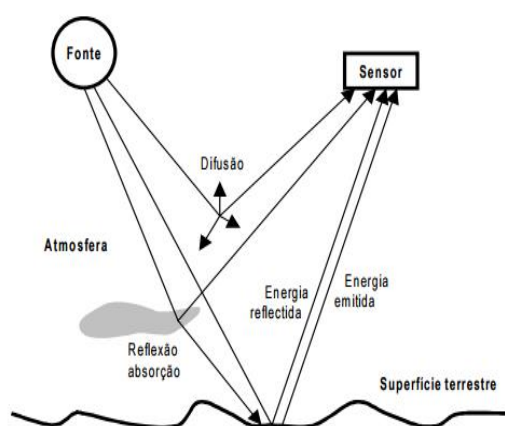


Figura 11- Componentes de um sistema de DR.
Retirado de Sampaio (2007)

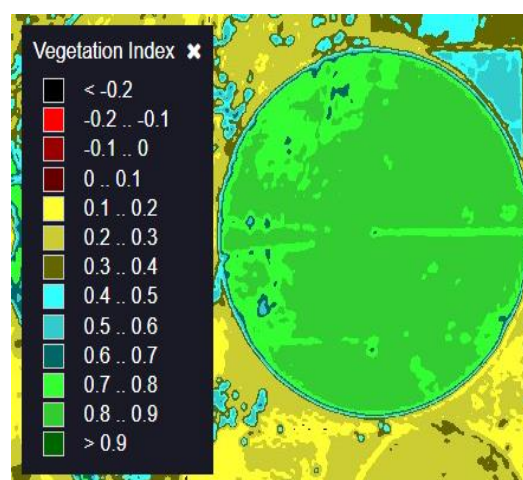


Figura 12- Imagem de NDVI de uma cultura de milho obtida por satélite.
Retirado de Sentinel Hub (2017)

Segundo Coelho e Silva (2009) as mais importantes aplicações agrícolas da técnica de DR são:

(1) Índice de Área Foliar (IAF)- Apresenta-se como uma variável importante na modelação do crescimento cultural para previsão de colheitas. Para o cálculo do IAF as variáveis utilizadas são as refletâncias no Verde, Vermelho e IV próximo.

(2) NDVI (*Normalized Difference Vegetative Index*)- Aplicado para quantificar a cobertura do solo por vegetação, o NDVI é o índice de vegetação mais utilizado globalmente. Como descrevem Morgan e Ess (1997), é calculado através da refletância do objeto, nas bandas do IV próximo e

do Vermelho, e tenta descrever/relacionar-se com a quantidade de vegetação fotossinteticamente ativa. Pode ser representado pela seguinte equação:

$$\text{NDVI} = (\text{IV PRÓXIMO} - \text{VERMELHO}) / (\text{IV PRÓXIMO} + \text{VERMELHO}) \quad (\text{eq. 6})$$

Segundo Pattenade, Milne e Dawson (2005) uma planta vigorosa irá absorver maioritariamente radiação na banda do Vermelho e reflete principalmente radiação na banda do IV próximo. Assim, no caso das plantas e corpos na superfície terrestre, o valor de NDVI (adimensional) encontrar-se-á compreendido entre 0 e 1, onde a unidade coincide com o estado de máximo vigor para uma planta.

(3) Cartografia e Cadastro- Esta aplicação é aquela que menos novidade apresenta, visto que a facilidade de aquisição de fotografias áreas convencionais, com qualidade e resolução, é já uma certeza.

A aplicação da DR na agricultura tem vindo a desempenhar um papel com elevada importância. Desde a avaliação do estado nutricional e hídrico de plantas até à deteção de pragas e infestantes, esta tecnologia oferece uma forma rápida e eficiente de observar a variabilidade espacial e temporal dentro de uma parcela (Coelho, 2005), podendo ser conjugados com modelos agrícolas de maneira a oferecer um apoio fiável para a tomada de decisão em AP (Jones e Barnes, 2000).

Tecnologia de Taxa Variável

Para Coelho e Silva (2009), as VRT podem ser definidas como “o conjunto das tecnologias utilizadas para efetuar aplicações diferenciadas dos fatores de produção tendo em conta a informação recolhida para cada unidade de área específica, num determinado instante e numa determinada parcela de terreno”.

Coelho e Silva (2009) refere que este tipo de tecnologia é principalmente utilizada em aplicações diferenciadas de fertilizantes, fitofármacos, sementes ou plantas e água de rega. Deste modo torna-se possível maximizar a eficiência, utilizando doses certas nos locais oportunos, e assim obter o máximo rendimento possível.

Segundo Braga e Pinto (2011), este tipo de aplicações podem ser de dois tipos: “em tempo real” ou “baseada em cartas”, diferenciando-se basicamente pelo intervalo de tempo que decorre entre a medição (recolha de dados) e a aplicação.

As aplicações baseadas em cartas (as mais frequentes) estão associadas a situações em que existe razoável estabilidade temporal nos padrões de variabilidade espacial. Requerem a utilização de GPS e de cartas de recomendação, ou seja, após a recolha dos dados é construída uma carta (através de um SIG) que fornece a informação para uma distribuição diferenciada (VRT). Coelho e Silva (2009) afirmam que o recurso a um GPS é imprescindível, visto que o SIG precisa de identificar, a cada instante, a posição em que se encontra, de modo a conseguir ajustar as taxas de aplicação.

Em contrapartida, aplicações “em tempo real” são auxiliadas por sensores instalados na máquina agrícola e efetuam a medição e aplicação em simultâneo (Braga e Pinto, 2011). Este tipo de aplicações atuam especialmente sobre pragas, doenças e infestantes (com aplicações de

produtos fitossanitários, pesticidas e herbicidas respetivamente), ou seja, é utilizada quando não existe estabilidade temporal dos padrões de variabilidade (Serrano, 2014).

2.2.3. Ciclo da Agricultura de Precisão

O ciclo de implementação da AP apresenta 4 fases:

- Medição da variabilidade (obtenção de dados);
- Análise dos dados (processamento do “cérebro” que irá decidir);
- Carta de prescrição (variabilidade espacial);
- Aplicação VRT; Braga (2016)

A primeira fase envolve a medição da variabilidade espacial. Esta medição que, segundo Braga (2016), é efetuada por meio de cartas de produtividade, cartas de solos, deteção remota (cartas de índice de vegetação, por exemplo NDVI) e redes de sensores. Através destas cartas é possível observar zonas onde existem diferenças significativas na produtividade de uma cultura, ou seja, zonas “chave” da parcela que necessitam de um tratamento especial. Descobertas estas zonas e sua exata localização, numa segunda fase, são efetuadas medições detalhadas, com vista no processamento da decisão a tomar (Brase, 2005).

Segundo Braga e Pinto (2011), para completar o ciclo, os agricultores devem analisar se a variabilidade da produtividade justifica ou não a gestão diferenciada. Em caso afirmativo os agricultores devem proceder à aplicação VRT nas zonas “chave”, definidas com base nas cartas obtidas, de modo a conseguir a homogeneidade de toda a parcela.



Figura 13- Esquema geral de um sistema de Agricultura de Precisão.
Retirado de Coelho e Silva (2009)

Como referem Braga e Pinto (2011), quando se fala de AP fala-se também do horizonte temporal das suas aplicações. Segundo o autor, estas aplicações podem ser do tipo “curto prazo” ou “médio-longo prazo”/“ciclo”.

As aplicações de “curto prazo” podem ser definidas como aplicações que têm por objetivo corrigir fatores limitantes da produção numa única campanha. Por exemplo, uma carta de produtividade onde é possível observar um desenvolvimento deficiente da planta devido a um problema de drenagem, dá-nos a hipótese de numa única, ou em poucas intervenções, corrigir

o fator limitante. Em contrapartida, as aplicações a “médio-longo prazo”/”ciclo” (mais comuns), dada a dinâmica dos fatores limitantes, sucedem-se após um estudo mais intensivo das medições efetuadas, de preferência ao longo de várias campanhas.

É importante dar a conhecer que a AP é um processo contínuo de controlo e atuação, com extrema interação entre fatores, com o objetivo de que todo o processo produtivo seja melhorado. No início, existe a necessidade de investimento na avaliação da variabilidade espacial dentro da parcela, para posteriormente conseguir atuar de forma diferenciada, quantificando os potenciais ganhos económicos (Braga, 2014).

Existe ainda muita coisa a fazer para uma maior adoção da AP, visto que a relativa dificuldade de utilização e integração das tecnologias é ainda um entrave, bem como necessidade de formação dos jovens licenciados e dos operadores, em conjunto com o reduzido número de prestadores de serviços especializados.

Contudo, cada vez mais os produtores e os prestadores de serviço, começam a perceber o valor da informação, e a sua importância para aumentar a produtividade e a rentabilidade de uma exploração agrícola, sendo que devemos olhar para a AP como um investimento e não como um custo adicional.

2.3.3 Agricultura de Precisão e o Milho

Existem diversas commodities que lideram a indústria agrícola em termos de produção e obtenção de receitas. Entre elas está incluído o milho.

Atualmente, a agricultura enfrenta desafios tais como o aumento dos custos de produção, diminuição de água irrigável, e o aumento da preocupação pública para os impactos ambientais da produção agrícola. De modo a sobreviver no mercado, os produtores têm que criar produtos de alta qualidade a preços relativamente baixos enquanto empregam práticas amigas do ambiente (Watson *et al.*, 2003).

Ao longo dos anos tem-se assistido ao aumento considerável nas produtividades da cultura do milho. Quando a cultura se acerca da sua máxima potencialidade, a competição pela água, nutrientes e luz torna-se numa grande causa de decréscimo de produtividades.

É reconhecido que as produções nesta cultura não são uniformes, observando-se uma distribuição irregular na altura das plantas proveniente da variabilidade no campo. (Corazza *et al.*, 2008). Segundo Elmore, Lenssen e Licht (2016), esta heterogeneidade de produção é proveniente tanto de fatores bióticos (incidência e intensidade de insetos, infestantes e agentes patogénicos), que conseguem ser minimizados através de boas práticas de gestão, como de fatores abióticos (topografia e propriedades físicas e químicas do solo). A utilização de tecnologias de AP oferecem a capacidade para melhorar a gestão de inputs e ajustar a variabilidade associada a estes fatores abióticos.

Segundo Covão (2016), com o aparecimento da AP, torna-se possível fazer como que um “raio-x” da parcela, facilitando deste modo a identificação das zonas problemáticas e permitindo a correção in loco dos fatores limitantes que as causam, permitindo ao agricultor baixar os custos de produção e obter alguma margem adicional.

Para se conseguir fazer uma boa gestão de precisão deve-se recorrer a todos os meios que temos à nossa disposição, de forma a conseguir recolher o máximo de dados e com qualidade, para que a informação deles retirada seja credível.

Em termos mais práticos, segundo Freire (2015) os métodos utilizados na recolha de informação, contribuindo para a sustentabilidade, sucesso e aumento de produtividade na cultura de milho em Portugal, assentam basicamente na utilização de:

1. Sondas de humidade;
2. Estações meteorológicas;
3. Imagens NDVI de satélite;
4. *Drones*;
5. Maquinaria (semeadores, pulverizadores, espalhadores, ceifeiras, etc.) com GPS e outros sistemas computadorizados;

As sondas de humidade são utilizadas como tecnologia para busca de informação, de modo que se consiga uma gestão adequada do solo e da água. A conservação da água no solo apresenta uma das principais causas para uma produção agrícola mais estável e sustentável, sendo que o nível de humidade apresenta-se como o fator que mais afeta o desenvolvimento das culturas (Knies, 2010).

No caso das estações meteorológicas, estas apresentam sensores para medição da temperatura, radiação, humidade do ar e do solo, pressão atmosférica, vento (velocidade e direção) e precipitação. Através da leitura exata das condições meteorológicas locais, a dotação da rega será mais eficiente, eficaz e sustentável, contribuindo para um aumento da rentabilidade da exploração (Coelho e Silva, 2009).

A utilização de imagens NDVI, como já foi referido no ponto 2.2.2, apresenta uma ajuda significativa na gestão da exploração. Como refere (Coelho, 2005), este tipo de imagens permite também uma avaliação do estado nutricional e hídrico de plantas, bem como a deteção de possíveis pragas e infestantes.

Esta tecnologia oferece uma forma rápida e eficiente de observar a variabilidade espacial e temporal dentro de uma parcela podendo ser conjugados com modelos agrícolas de maneira a oferecer um apoio fiável para a tomada de decisão (Jones e Barnes, 2000).

No caso dos *drones*, segundo Veroustraete (2015), existem diversas aplicações possíveis na agricultura.

Utiliza-se na monitorização da saúde das culturas a meio da campanha, devido à habilidade de sobrevoar as culturas a uma altura de 100 metros e utilizando sensores de NDVI ou NIR. Este equipamento tem a capacidade de recolher dados que não são observáveis com o olho humano. É também utilizado como equipamento de monitorização de irrigação e identificação de infestantes. No primeiro caso, ajuda na deteção a meio da campanha, de entupimentos ou fugas nos equipamentos de rega. No segundo caso, através da utilização de sensores NDVI e imagens pós-voo, pode-se criar um mapa das infestantes onde é possível identificar as zonas de alta proliferação de ervas e as zonas onde a cultura se encontra saudável.

Diferentes tipos de sistemas computadorizados são utilizados em AP. Maioritariamente na cultura do milho são utilizados mapas de produtividade, mapas de solos, sistemas de condução automática dos tratores, e ainda diversos tipos de sensores existentes nas ceifeiras (Bernardi, Fragalle e Inamasu, 2011).

Segundo (Watson *et al.*, 2003) a AP apresenta-se no geral como o método mais rentável para fazer agricultura. As potenciais vantagens incluem um aumento da produtividade média, diminuição de custos de produção, e benefícios ambientais por aplicação de menos fatores de produção. Portanto, existe potencial para um aumento dos lucros se esses fatores de produção puderem ser alocados com maior eficiência económica ao longo das parcelas. Esta ideia de “farming by inch” fornece uma melhor compreensão dos vários fatores que afetam as culturas e a sua rentabilidade. A AP minimiza a probabilidade do excesso ou insuficiência de aplicação dos fatores de produção pois a dose ideal não se baseia nas condições médias dentro da cultura. O seu uso ineficiente pode causar perdas monetárias ao agricultor bem como danos ambientais desnecessários.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização desta dissertação foram realizados ensaios numa parcela de milho regada com rampa pivotante.

3.1. Caracterização da área em estudo

3.1.1. Descrição geral da parcela

A parcela (“pivot 8-9”) onde se realizou o estudo em causa localiza-se na Herdade do Catapereiro, pertencente à Companhia das Lezírias S.A, inserida na freguesia de Samora Correia, no concelho de Benavente, distrito de Santarém. Basicamente, este património é composto por três blocos: Um situado em Salvaterra de Magos, outro em Vila Franca de Xira e um último em Benavente (Gonçalves, Simões e Ala, 2014). Neste último bloco, também designado por Charneca do Infantado, é onde se situa a parcela em estudo.

A parcela, representada com um círculo a vermelho na Figura 14, apresenta uma área com cerca de 76 hectares e a sua condução da rega é efetuada através de uma rampa pivotante. A preparação da terra para a sementeira é maioritariamente efetuada através da prestação de serviços, nomeadamente pela empresa António B. Simões & Filhos.

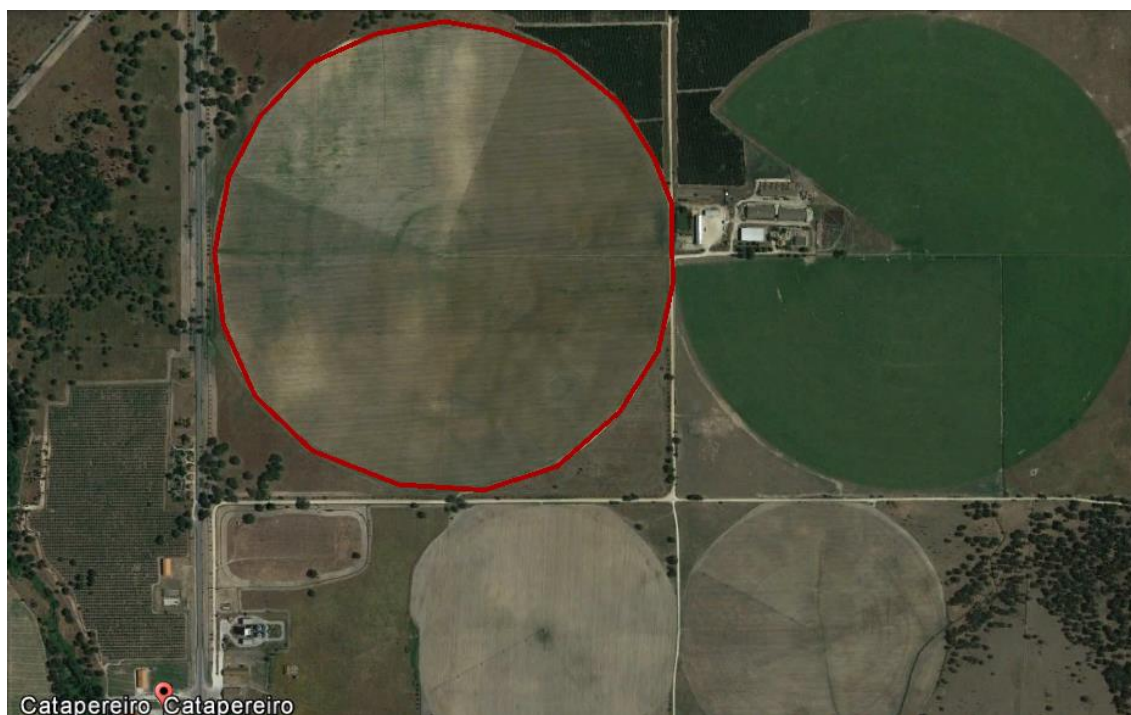


Figura 14- Imagem da parcela em estudo.
Adaptado de Google Earth

3.1.2. Caracterização climática e agrometeorológica

Segundo Pina Manique e Albuquerque (1954), a Unidade de Gestão da Companhia das Lezírias encontra-se na Zona Ecológica Sub-Mediterrânea, particularmente na Charneca Pliocénica do Ribatejo.

De acordo com os índices climáticos, esta região apresenta um clima Mediterrâneo de transição entre o Semi-Árido e o Sub-Húmido. Os diagramas Ombrotérmicos das várias Estações Meteorológicas permitem concluir que existe uma apreciável extensão do período seco, com início em Maio-Junho e prolongando-se até Setembro.

Segundo o Plano de Gestão Florestal da Companhia das Lezírias, S.A, os valores de alguns índices climáticos para a zona em referência são:

Temperatura média anual de 16,3 (°C)

Precipitação média anual de 662,5 mm

Precipitação estival de 26,1 mm

Nas Figuras 15 e 16 estão representados diagramas ombrotérmicos de Gausson para a região de Vila Franca de Xira relativos a dados climáticos históricos (de 1958 a 1988) e do ano 2017 (no Anexo I encontram-se os dados mais detalhados; No Anexo II é apresentado um gráfico com os dois diagramas juntos). Os dados climáticos históricos foram adaptados de Castelo (2009) e são provenientes da Estação Meteorológica da Fonte Boa. Os dados climáticos referentes ao ano 2017 são provenientes das Estações Meteorológicas da Figueirinha e da Terra Velha, localizadas no Aproveitamento Hidroagrícola da Lezíria Grande de Vila Franca de Xira, gentilmente fornecidos pela Associação de Beneficiários da Lezíria Grande de Vila Franca de Xira (ABLZVFX).

Após a comparação dos dois gráficos notamos que a distribuição da precipitação no ano 2017 é muito mais irregular comparando com a média dos 30 anos, sendo que, em termos quantitativos, o total de precipitação da média dos 30 anos é de aproximadamente 697 mm e o do ano 2017 é cerca de 533 mm. Em relação às temperaturas médias, as registadas no ano 2017 apresentam-se bastante mais elevadas nos meses de Fevereiro, Março, Abril, Maio e Junho quando comparadas com as médias dos 30 anos. Visto que é na Primavera que esta cultura se estabelece, as temperaturas mais elevadas que se fizeram sentir nesta época podem contribuir para um melhor desenvolvimento inicial da cultura.

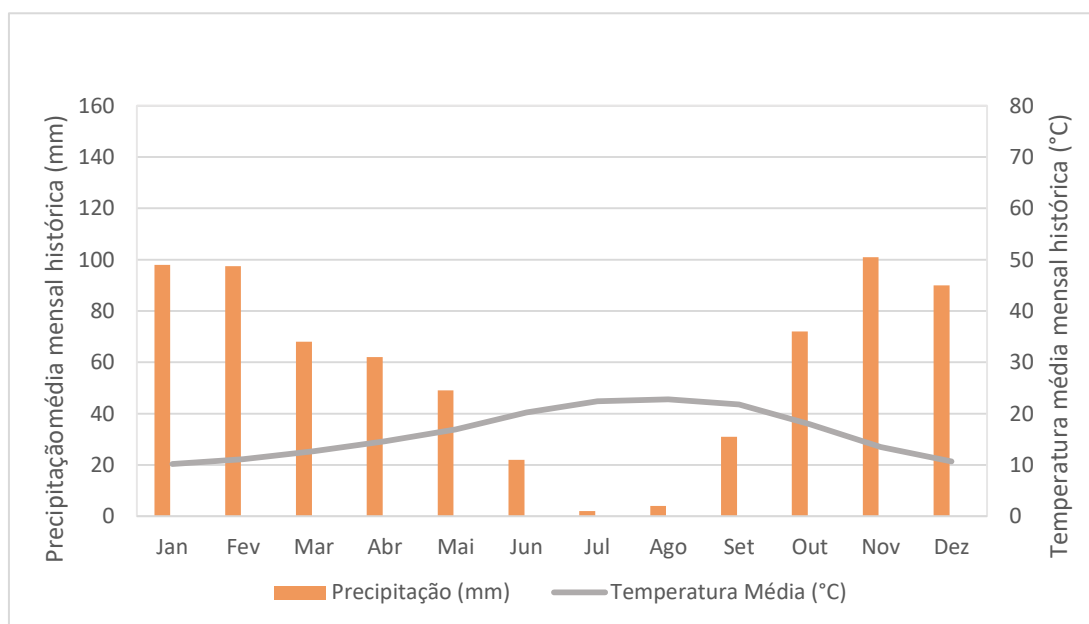


Figura 15- Diagrama ombrotérmico de Gausson na região de Benavente (segundo dados climáticos dos últimos 30 anos).

Relativamente aos dados históricos verifica-se que os meses mais quentes foram Junho, Julho, Agosto e Setembro, atingindo temperaturas médias de 20,2°C, 22,4 °C, 22,8 °C e 21,8°C respetivamente, e os meses onde se registaram as temperaturas médias mais baixas são Janeiro, Fevereiro, Março e Dezembro, onde se verificam respetivamente as temperaturas médias de 10,2 °C, 11,1 °C, 12,7°C e 10,7 °C.

Em relação à precipitação os meses que apresentaram maior precipitação foram os de Janeiro, Fevereiro e Novembro, com valores a rondar os 100 mm.

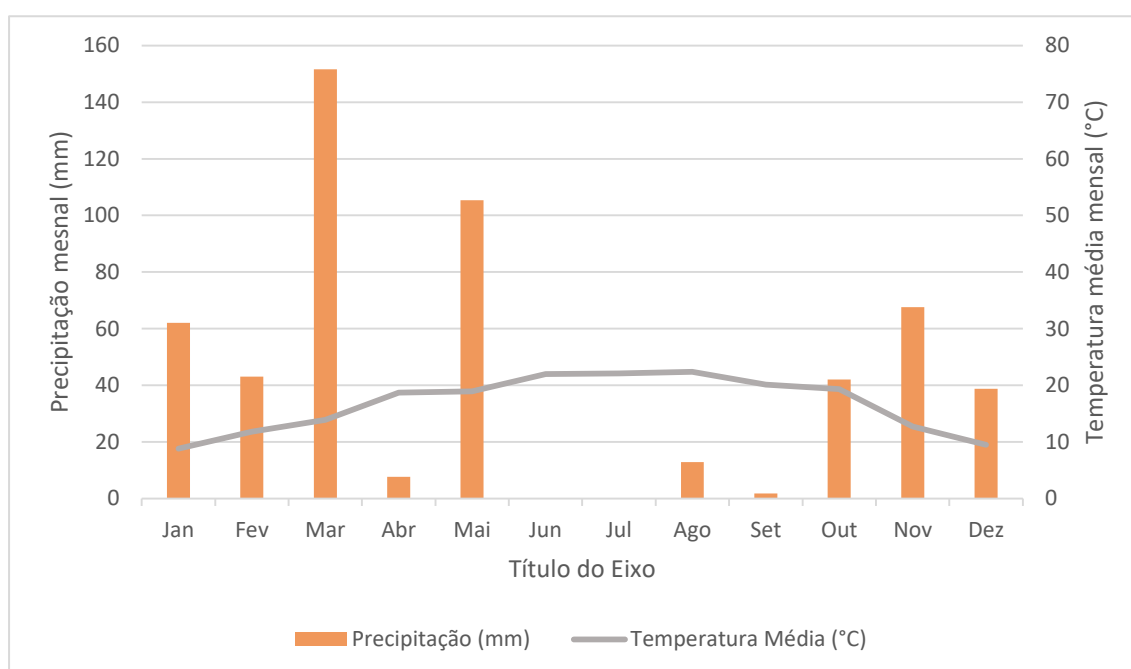


Figura 16- Diagrama ombrotérmico de Gausson para o ano 2017 na Região de Vila Franca de Xira. Dados fornecidos pela ABLGVFX

Quanto ao ano 2017 os meses em que se registaram as temperaturas médias mais elevadas foram os de Junho, Julho, Agosto e Setembro, atingindo os valores de 22°C, 22,1°C, 22,4°C e 20,1°C respetivamente, e os meses em que se registaram as temperaturas médias mais baixas foram os de Janeiro, Fevereiro, Novembro e Dezembro, atingindo os valores de 8,8°C, 11,8°C, 12,7°C e 9,5°C respetivamente.

No que respeita à precipitação o ano 2017 demonstrou-se muito irregular relativamente à sua normal distribuição, como se pode verificar na Figura 16, registando-se nos meses de Março e Maio valores acima dos 100 mm. Um ano atípico visto que os valores de precipitação foram maiores na Primavera de que no Inverno.

3.1.3. Caracterização edáfica

Segundo Gonçalves, Simões e Ala (2014), os solos da Charneca, originados essencialmente a partir de grés de diferentes tipos e de materiais arenosos soltos ou pouco consolidados, apresentam textura arenosa com bolsas de formações argilosas ou de materiais detríticos constituídos por cascalheiras. No geral são solos pobres, muito friáveis, com pH ácido e baixos teores de matéria orgânica, sendo por isso muito suscetíveis à erosão.

Na Figura 17 está representada a carta de solos pertencente à parcela em estudo.

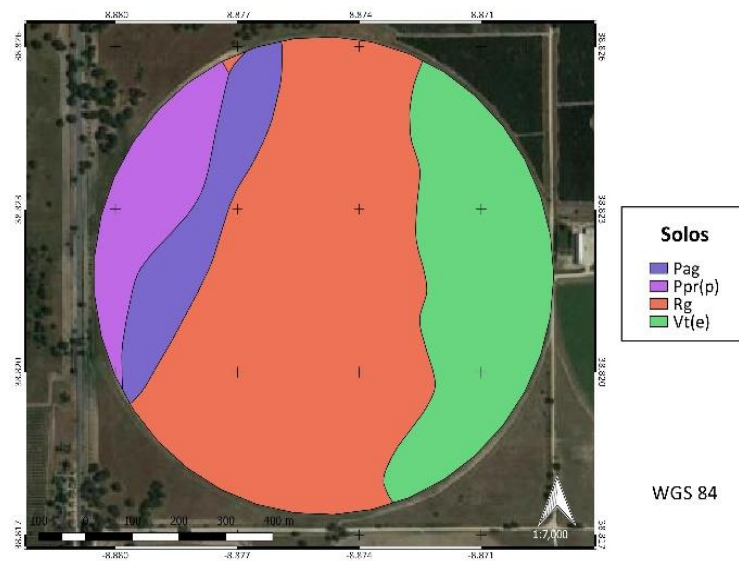


Figura 17- Carta de Solos da parcela em estudo.
Adaptado da Carta de Solos de Portugal
Escala 1: 7 000

Segundo Carvalho Cardoso (1965), os solos Pag, Solos Mediterrâneo Pardos de Materiais Não Calcários para-Hidromórficos de arenitos ou conglomerados, são solos considerados evoluídos, com uma profundidade entre 40-95 cm, argiluvitados e pouco insaturados, apresentam uma capacidade de troca catiónica variável e um elevado grau de saturação.

Segundo Barros e Calado (2011), os solos Mediterrâneos são os que apresentam maior suscetibilidade de compactação, com compactações físicas no horizonte B, resultado da presença predominante de minerais de argila pouco expansíveis.

O tipo de solo Ppr(p), Solos Podzolizados- Podzóis (Não Hidromórficos) Com surraipa de materiais arenáceos pouco consolidados, são solos evoluídos e férteis que se desenvolvem, regra geral, em relevo normal ou plano.

O solo Rg, Solos Incipientes - Valassolos Psamíticos Normais Não Húmidos, são solos mais ou menos ácidos onde não se consegue diferenciar claramente os horizontes, ou seja, praticamente reduzidos ao material originário. Apresentam elevada espessura de material não consolidado de textura grosseira, baixos teores de matéria orgânica, muito reduzida capacidade de troca catiónica e um grau de saturação acima de 60.

Por fim, o solo Vt(e), Solos Litólicos Não Húmicos Pouco Insaturados Normais de arenitos grosseiros, são solos pouco evoluídos com muito baixa capacidade de troca catiónica, um grau de saturação muito elevado (50 a 100%) e o pH indica acidez ou neutralidade. O seu teor orgânico é bastante reduzido, poucas vezes excedendo 1%.

3.1.4. Itinerário cultural e gestão da rega

O Quadro 7 relata todas as intervenções realizadas da parcela em estudo desde a preparação do terreno até à colheita.

Tecnicamente, a instalação da cultura do milho começou no dia 22 de Maio de 2017 com a realização da primeira gradagem.

Quadro 7- Itinerário cultural da cultura do milho na parcela.
Dados cedidos pelo responsável de produção

Operação	Data	Produto/Equipamento	Dose/Nr
Gradagem	22-5-2017	Grade Discos	2
Rolo pré-sementeira	24-5-2017	Roto-terra	1
Adubação Fundo	25-5-2017	NERGETICK	600 Kg/ha
Sementeira	27 a 29-5-2017	DKC-6031	88.000 sem/ha
Adubação Fundo Localizada	29-5-2017	AMICOTE	250 Kg/ha
Inseticida	29-5-2017	CICLONE APV-0850	10 Kg/ha
Herbicida	31-5-2017	LUMAX APV-3941	4 L/ha
Inseticida	31-5-2017	ATLAS APV-0176	70 L/ha
Adubação Cob.	20-6-2017	SOLUÇÃO 32 N	100 Kg/ha
Adubação Cob. Foliar	27-6-2017	TECNIFOL	10 L/ha
Magnésio			
Adubação Cob.	30-6-2017	SOLUÇÃO 32 N	190 Kg/ha
Adubação Cob.	7-7-2017	SOLUÇÃO 27 N+S	126 Kg/ha
Adubação Cob. Foliar	15-7-2017	TECNIFOL	10 L/ha
Magnésio			
Inseticida	15-7-2017	CORAJEA APV-4020	0,25 L/ha
Adubação Cob.	17-7-2017	SOLUÇÃO 27 N+S	175 Kg/ha
Adubação Cob. Foliar	26-7-2017	TECNIFOL	10 L/ha
Manganês			
Adubação Cob.	27-7-2017	SOLUÇÃO 27 N+S	160 Kg/ha
Adubação Cob.	29-7-2017	SOLUÇÃO 27 N+S	70 Kg/ha
Adubação Cob.	8-8-2017	SOLUÇÃO 32 N	100 Kg/ha
Colheita	26-10-2017		

A variedade de milho utilizada foi a DKC-6031, ciclo FAO 500. A sementeira foi efetuada em três dias (de 27 a 29 de maio de 2017), com uma densidade de 88.000 sementes por hectare, e o espaçamento entre linhas foi de 0.75 metros.

Toda a parcela (76 ha) foi alvo da regular mobilização para instalação da cultura. Foram efetuadas duas passagens com grade de discos e uma passagem com o TMR, de modo a oferecer à semente as melhores condições para germinação.

O plano de adubação, assim como os produtos utilizados em nutrição vegetal (Quadro 7), foi fornecido pela ADP Fertilizantes, S.A. Toda a cultura foi ainda alvo de um regular apoio técnico e acompanhamento agronómico por parte desta mesma empresa.

A gestão da rega é efetuada pelo produtor em conjunto com a Associação de Beneficiários da Lezíria Grande de Vila Franca de Xira (ABLGVSFX), prestando uma assistência abrangente e personalizada, fornecendo a informação de quando e quanto regar (Figura 18). A informação para tal finalidade é recolhida com base na utilização de equipamentos que permitem monitorizar o teor de água no solo (sondas capacitivas) e com base nas condições

meteorológicas em tempo real (estações meteorológicas). Os valores apresentados na figura abaixo são valores semanais.

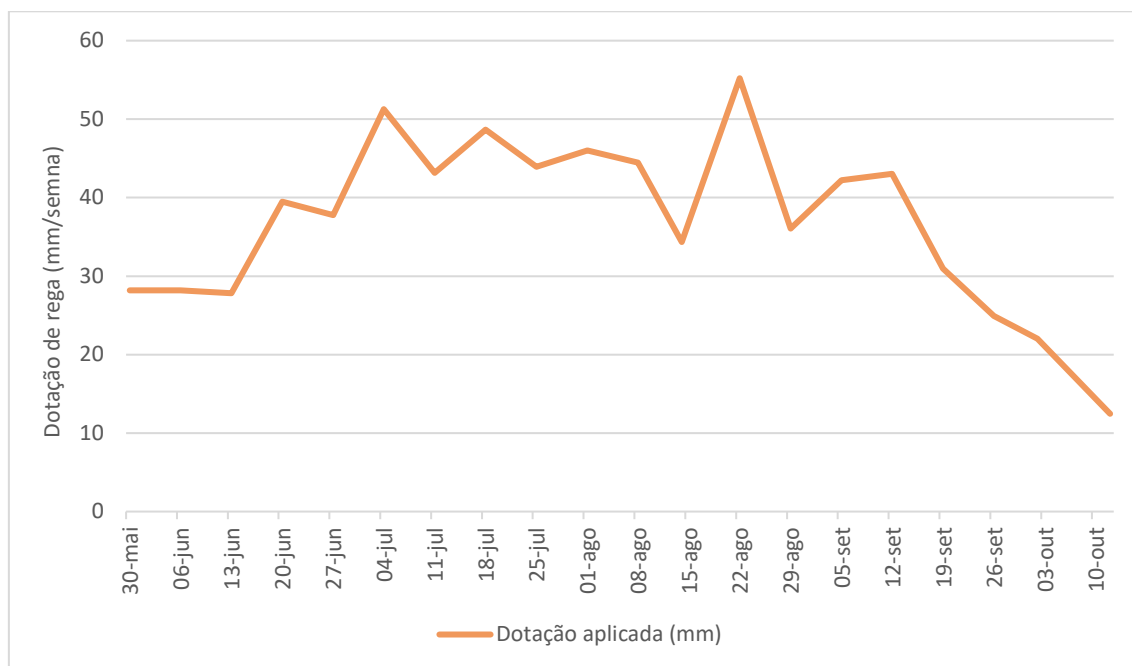


Figura 18- Dotação de rega (mm/semana) aplicada na parcela em estudo.
Dados fornecidos pela ABLGVFX

A dotação de rega na campanha de 2017 apresentou um total de 740,21 mm/ha, ou seja 564 410 m³ na totalidade da área (76ha), distribuída diariamente pelos meses de Maio, Junho, Julho, Agosto, Setembro e Outubro.

No mês de maio a quantidade de água aplicada foi de 28,2 mm. No mês de junho foi efetuado um maior número de regas, perfazendo um total de 133,25 mm. No mês de julho regou-se um total de 187,02 mm. No mês de Agosto, mês onde a quantidade de água aplicada foi maior, registou-se um valor de 216,13 mm aplicados. Em setembro aplicaram-se 141,12 mm. Por último, no mês de outubro foram aplicados um total de 34,49 mm.

No dia 26 de Outubro de 2017 foi efetuada a colheita da parcela. A colheita foi efetuada por uma ceifeira John Deere S690i equipada com um monitor de produtividade GreenStar 3 Display 2630. A barra de corte tinha a largura de 6,75 m, o que corresponde a 9 linhas de milho. Todo este processo foi novamente efetuado pela empresa prestadora de serviços António B. Simões & Filhos.

3.2. Métodos de amostragem para avaliação da variabilidade espacial

Como referido anteriormente no ponto 2.2.3, na implementação da AP, o primeiro passo a tomar deverá ser uma análise da variabilidade espacial. Deve-se então proceder à análise dos dados que temos à nossa disposição, neste caso, análise das cartas de produtividade e de humidade do grão e, imagens de NDVI da cultura no ano 2016 em conjunto com a análise da carta de solos e da parcela e idas ao campo.

A carta de produtividade, presente na Figura 20, foi fornecida pela empresa que efetuou a colheita, António B. Simões & Filhos. A imagem de NDVI, representada na Figura 19, foi retirada do site *LandViewer*, no final da campanha, mais precisamente a 17 de Setembro de 2016.

3.2.1. Imagem NDVI

Na Figura 19 apresenta-se uma imagem de NDVI em que as zonas representadas a verde-escuro são zonas onde as plantas apresentam o máximo do seu vigor (NDVI com valores de 1) e as zonas a vermelho são zonas onde as plantas apresentam baixo vigor/atividade fotossintética (NDVI com valores cerca de 0). É possível observar na imagem uma zona em que os valores de NDVI são significativamente diferentes dos restantes valores da parcela, zona que está representada por uma mancha mais avermelhada.

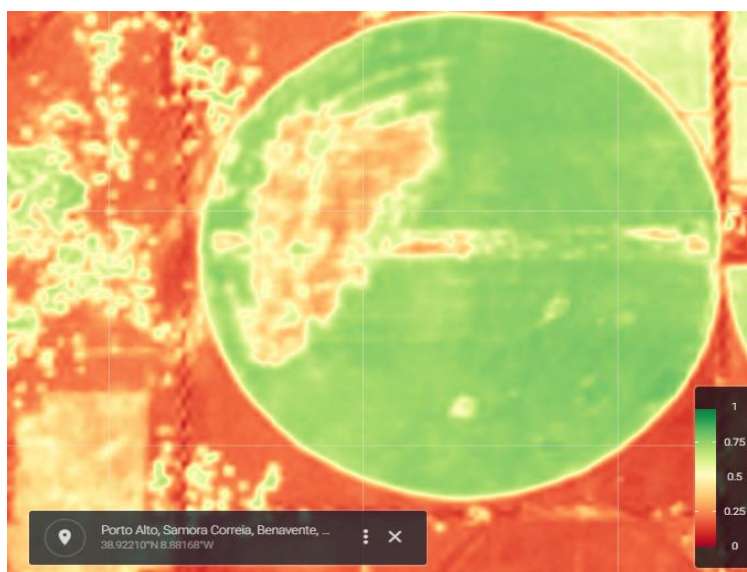


Figura 19-Imagem NDVI em 17 de Setembro de 2016.

Retirado de <https://eos.com/landviewer/>

3.2.2. Carta de Produtividade

Em seguida, na Figura 20, está representada a carta de produtividade do ano de 2016. Os valores de produtividade representados variam desde 4 ton/ha (zonas a vermelho) até 19 ton/ha (zonas a verde mais escuro). Como se pode observar na carta, existe também uma zona, coincidente com a zona observada na imagem NDVI, que apresenta uma diferença significativa de produtividade em relação à restante parcela.

A coincidência da mancha entre a carta e a imagem mostra-nos a consistência da zona problemática, que não se trata de um possível erro de tratamento dos dados da carta de produtividade ou de um erro (aparecimento de nuvens por exemplo) nas imagens do satélite que tirou a fotografia.

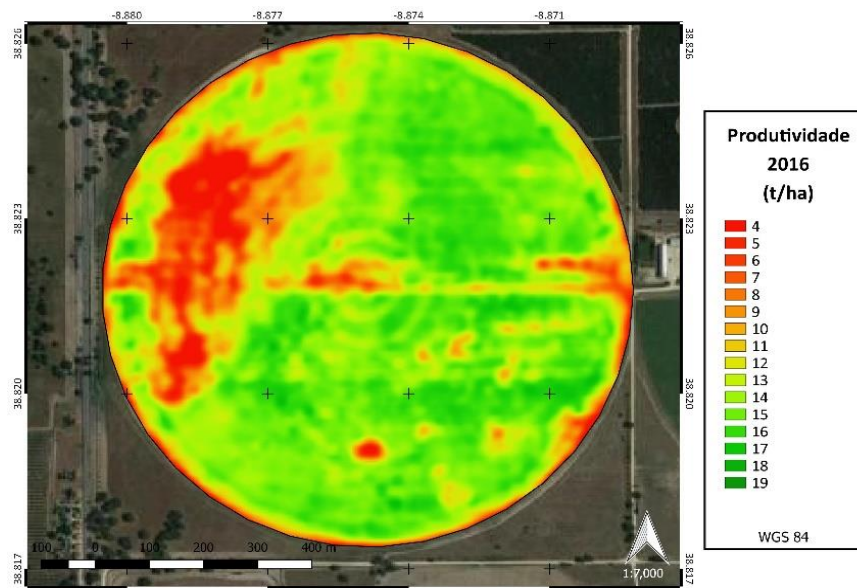


Figura 20-Carta de produtividade relativa ao ano 2016.

A análise conjunta da imagem de NDVI e carta de produtividade alerta-nos então para uma zona problemática na parcela. Contudo, não é possível saber ao certo qual a causa deste problema.

3.2.3. Carta de Solos

A Figura 21 representa a carta de solos, anteriormente observada, da parcela em estudo. Nesta carta podemos ver o padrão de distribuição do tipo de solos existente e, constatar que existe alguma coincidência entre a localização da zona que apresenta problemas na parcela e a localização de um dos diferentes tipos de solo (Pag- Solos Mediterrâneo Pardos). Estes solos (solos mediterrânicos na sua generalidade), como referido no ponto 2.1, são solos que podem apresentar problemas de compactação derivado da presença de minerais de argila pouco expansíveis.

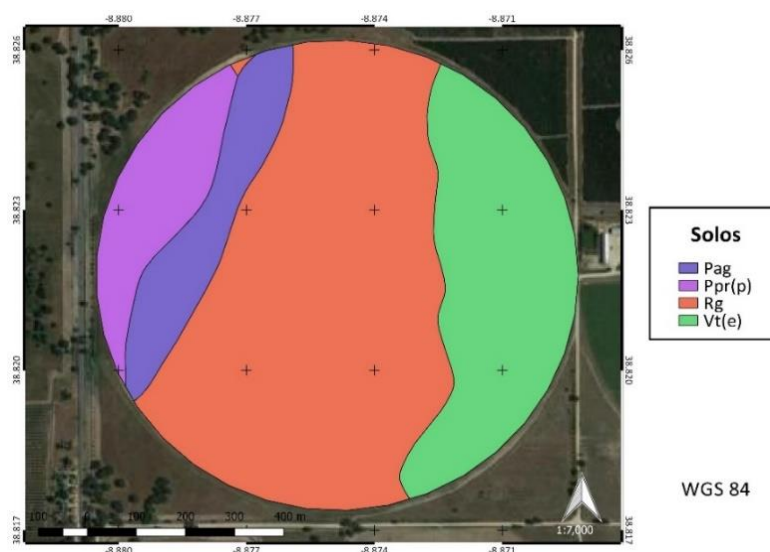


Figura 21- Carta de solos da parcela em estudo.
Adaptado da Carta de Solos de Portugal
Escala 1: 7 000

3.2.4. Carta de Humidade do Grão

Na Figura 22 está representada a carta de humidade do grão relativa ao ano 2016 onde estão representados, em percentagem, os valores de humidade do grão na altura da colheita.

Como se pode observar encontra-se novamente uma mancha que apresenta diferenças significativas nos valores de humidade do grão. Esta mancha coincide com a mancha encontrada na carta de produtividade e imagem de NDVI da campanha 2016. Nessa zona são registados valores de humidade do grão bastante mais baixos do que na restante parcela. Estes valores dão-nos a indicação de que o grão relativo a essa zona atingiu a sua maturação com maior antecedência em relação à restante parcela. Esta anomalia mostra a existência de algum tipo de stress, resultando na morte prematura da planta e consequente perda de humidade do grão.

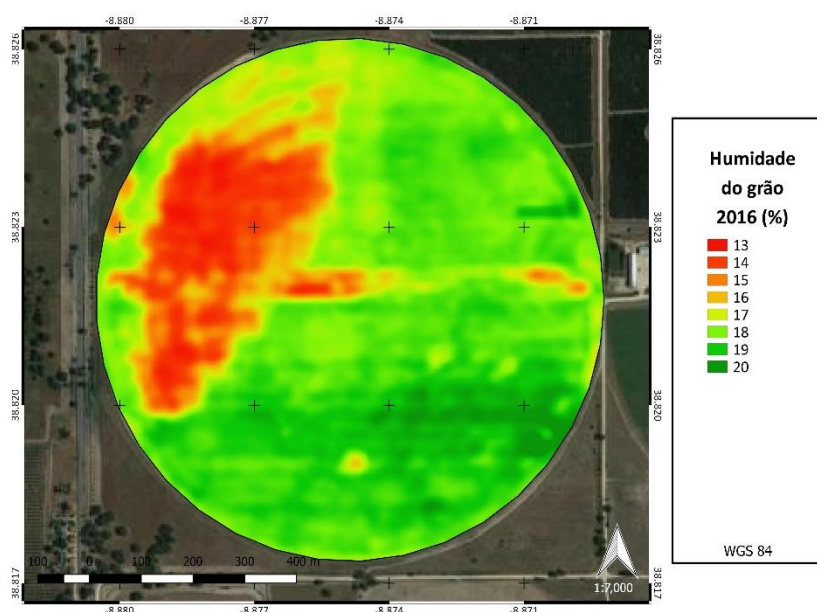


Figura 22- Carta de humidade relativa ao ano 2016.

Assim, posteriormente à análise das figuras acima apresentadas, já se pode tirar algumas conclusões, não definitivas, sobre a zona que mais problemas gerou na campanha de 2016. A possível compactação do solo é portanto uma das causas que se acredita ser a razão da diferença na produtividade da parcela.

Em discussão com os gestores e encarregados soube-se que aquela zona era uma zona que apresentava graves problemas de infiltração de água, o que veio reforçar a ideia de que existe um problema de compactação no solo. Esta zona, com possíveis camadas pouco permeáveis, atrofia o normal desenvolvimento radicular e dificulta a infiltração da água provocando uma possível asfixia radicular.

Este conjunto de fatores limitantes repercute-se nos baixos valores de NDVI e produtividade observados, derivados de a planta nessa zona se mostrar pouco desenvolvida (Figura 23).



Figura 23- Imagens que retratam, no campo, uma das zonas problemáticas da parcela.

Fonte: Autor

Encontrada então a nossa zona “chave”, procedeu-se á sua georreferenciação. Após a sua georreferenciação e, com o auxílio do programa QGIS, fez-se uma reclassificação da carta de produtividade, criando uma carta onde os pontos se representam em apenas duas classes de produção, a classe abaixo das 12 toneladas por hectare e a classe acima das 12 toneladas por hectare. Este método permitiu delimitar a mancha, como representa a Figura 24, ou seja, todos os pontos que se encontram no interior da linha, têm produções menores ou iguais a 12 toneladas por hectare e todos os que se encontram no exterior têm produções maiores do que 12 toneladas por hectare.

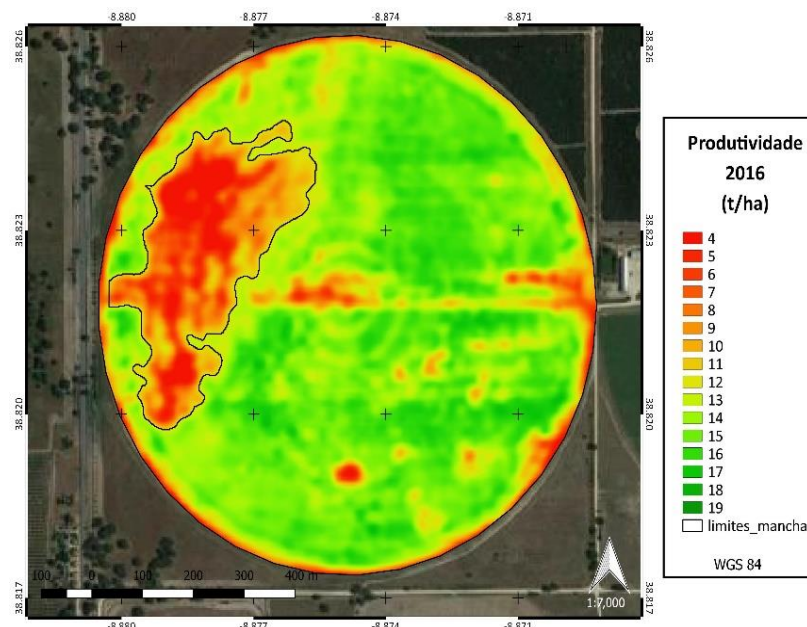


Figura 24- Delimitação da zona "chave" da parcela na carta de produtividade

No Quadro 8 está apresentada uma análise estatística descritiva sumária, obtida através da carta de produtividade do ano 2016, com auxílio do software QGIS. Em foco estão as zonas do interior e exterior da zona “chave”/mancha.

Quadro 8- Análise estatística descritiva sumária da produtividade no interior e exterior da "mancha".

	id	area	2016_min	2016_max	2016_mean	2016_std	2016_range	2016_var	2016_media	2016_mode
Interior Mancha	1	10,79	1,92282	12,10015	7,83081857	2,62901751	10,17733	6,91173307	8,09881	4,12071
Exterior Mancha	2	64,571	2,2035	17,33971	13,9476961	2,1669336	15,13621	4,69560125	14,59304	15,06544

De entre os parâmetros estatísticos utilizados que constam no quadro acima, aquele que mais importância apresenta, neste caso concreto, é a média. Através da média podemos quantificar qual a produção que se obtém na zona problemática em comparação com a generalidade do pivot. Como se pode observar, a produção média no interior da macha é de aproximadamente 7,83 toneladas por hectare enquanto no exterior da macha é de aproximadamente 13,95 toneladas por hectare.

A georreferenciação das zonas “chave” assim como a utilização do programa QGIS, são processos essenciais utilizados em AP sem os quais seria impossível proceder às análises estatísticas necessárias para obter os resultados. De outro modo tornar-se-ia num processo exaustivo e com dificuldade em retirar resultados concretos.

A zona “chave” está então descoberta e a sua exata localização determinada. Esta será a zona sobre a qual vou recair para a realização desta dissertação. É uma zona que apresenta cerca de 11 hectares, que necessitará de um tratamento especial de modo a que a homogeneização da produtividade da parcela seja conseguida.

3.3. Delineamento experimental e metodologia geral do ensaio

Com a análise de variabilidade efetuada e descoberta a zona sobre a qual iremos incidir, procedeu-se então ao delineamento de um ensaio, representado na Figura 24.

O principal objetivo do ensaio foi o teste entre os dois métodos que melhor se adequam à resolução do problema existente (deficiente infiltração derivado à excessiva compactação).

Os dois métodos testados foram a utilização de um Chisel (Figura 27) e a realização de valas de drenagem (Figura 26).

O teste baseou-se na passagem inter-parcelar com um chisel a 40 cm de profundidade intercalado com a realização de valas de drenagem. Ambos os métodos se destinam a resolver os problemas de má infiltração de água no solo. Um através do descompactar o sub-solo (chisel) e outro através da drenagem da água em excesso (valas de drenagem).

Na figura 25 está esquematizado o ensaio efetuado. O ensaio foi feito de modo a que o chisel e a vala de drenagem atingissem, tanto as zonas com baixas produtividades como as zonas de melhores produtividades (dentro e fora da mancha).

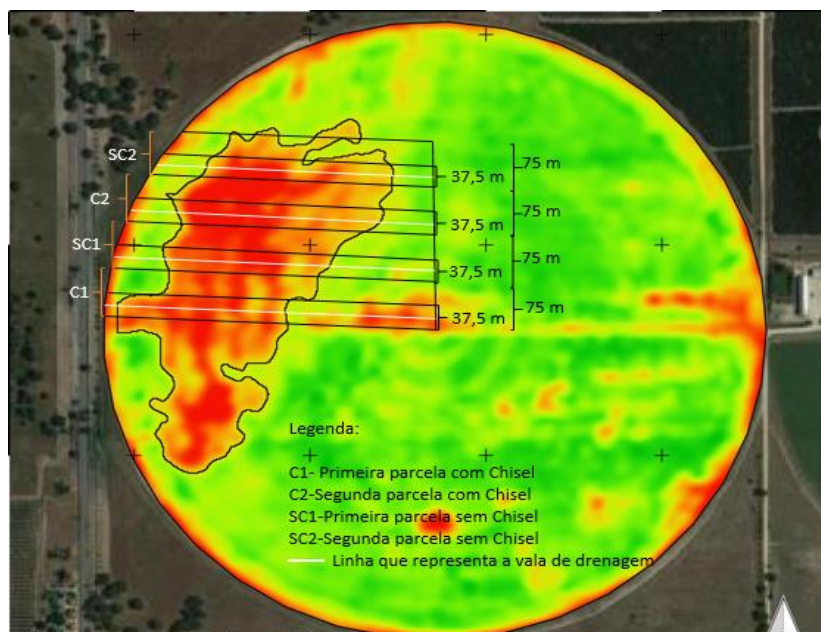


Figura 25- Esquema que representa, na carta de produtividade 2016, o ensaio efetuado na parcela.

A zona do ensaio foi então subdividida em diferentes parcelas, quatro na totalidade. Onde cada parcela apresentava 75 metros de largura. Na primeira parcela (C1) foi efetuada uma passagem com o chisel, na segunda parcela (SC1) não se efetuou passagem com chisel, na terceira parcela (C2) foi novamente efetuada uma passagem com o chisel e na quarta e última parcela (SC2) não se efetuou novamente passagem com chisel. Posteriormente, cada uma das parcelas foi dividida a metade, onde na primeira metade de cada parcela foi efetuada um vala de drenagem a uma profundidade de cerca de 30 cm. Deste modo o teste efetuado apresenta quatro variáveis (com chisel e com vala, com chisel e sem vala, sem chisel e com vala, sem chisel e sem vala), denominadas como: C1/2 com vala; C1/2 sem vala; SC1/2 com vala; SC1/2 sem vala;



Figura 27- Imagem que retrata a passagem com Chisel.
Fonte: Autor



Figura 26- Imagem que retrata a realização da vala de drenagem superficial.
Fonte: Autor

3.4. Recolha de dados de campo e métodos de caracterização laboratorial do material vegetal

A recolha dos dados de campo incidiu sobre três diferentes datas na campanha, consoante o estado de desenvolvimento da cultura do milho. A primeira recolha de dados para fazer uma avaliação da densidade de plantas e seu estado de desenvolvimento, a segunda recolha para fazer uma medição de biomassa e por último fez-se uma terceira recolha com a finalidade da pesagem dos grãos.

1ª Recolha- Efetuada no dia 18 de Julho. Baseou-se na recolha de amostras para avaliação da densidade e emergência. Recaiu sobre três pontos aleatórios dentro de uma mesma parcela, nomeados como Amostra 1, 2 e 3 (A1, A2, A3 respetivamente).

Em cada um dos pontos escolhidos delineou-se uma área representativa de 4 metros lineares, equivalentes a 3 metros quadrados (visto que a distância da entrelinha é de 0,75 m), com a ajuda de uma fita métrica. Nesses respetivos pontos foram registadas as coordenadas do local e anotado o número de plantas presentes bem como o seu respetivo estado de desenvolvimento (Figura 28).

Este processo foi repetido em todas as restantes parcelas da área em estudo.



Figura 28- Medição do número de plantas e respetivo estado de desenvolvimento.

Fonte: Autor

2ª Recolha- Foi efetuada no dia 9 de Agosto. A maioria das plantas já se encontrava na sua fase reprodutiva e o seu objetivo foi uma análise da biomassa da planta. A recolha de amostras neste caso recaiu apenas sobre dois pontos, escolhidos ao acaso, dentro de cada uma das parcelas. Em cada um dos pontos, após o registo das coordenadas, eram escolhidas quatro plantas saudáveis e eram registadas as distâncias entre si, colhendo-se posteriormente as duas plantas situadas no meio dessas quatro. Cada uma das plantas foi devidamente identificada, segundo o local e o número da amostra, e colocada separadamente em sacos de plástico.

Todo este processo foi repetido em todas as restantes parcelas da área em estudo. As amostras colhidas foram levadas para o laboratório do chalé, no Instituto Superior de Agronomia. Foram

divididas em folhas, caules e inflorescência feminina, e foram introduzidas numa estufa a 60° até à sua secagem (Figura 29). Posteriormente foram efetuadas as respetivas pesagens.



Figura 29- Amostras divididas em folhas, caules e inflorescência antes da sua introdução na estufa.

Fonte: Autor

3ª Recolha- A última foi efetuada no dia 19 de Outubro. Numa altura em que toda a seara já tinha atingido o estado máximo de maturação/ponto negro. A recolha de amostras foi novamente efetuada em três distintos pontos no interior de cada uma das parcelas. Em cada um dos pontos escolhidos delineou-se uma área de 2 metros quadrados, equivalentes a 2,667 metros lineares (visto que a distância da entrelinha é de 0,75 m). Nesses respetivos pontos, após o registo das coordenadas, procedeu-se à colheita de todas as maçarocas (inflorescências femininas) ali presentes. O conjunto das maçarocas foi devidamente identificado e colocado em sacos de plástico.

Todo este processo foi repetido em todas as restantes parcelas da área em estudo. As amostras colhidas foram levadas para o laboratório do chalé, no Instituto Superior de Agronomia. Neste local procedeu-se à contagem do número de linhas por maçaroca e do número de grãos por linha. Posteriormente efetuou-se a separação dos grãos das maçarocas e sua introdução numa estufa a 60°. Ao final de uma semana, quando a generalidade dos grãos apresentava um semelhante e estável valor de humidade, efetuaram-se as respetivas pesagens referentes a cada ponto. Foram efetuados dois tipos de pesagens:

- Pesagem dos tarolos em cada ponto;
- Pesagem da totalidade do grão em cada ponto;
- Pesagem de mil grãos referentes a cada ponto;

A contagem dos mil grãos e a medição da humidade foram efetuadas por equipamentos especializados gentilmente fornecido pelo Instituto (Figura 31 e 30 respetivamente).



Figura 31- Máquina de medição do teor de umidade do grão.
Fonte: Autor



Figura 30- Máquina utilizada para contagem dos grãos.
Fonte: Autor

Todas estas análises e seus resultados serviram de base para avaliar a variabilidade entre as diferentes parcelas.

De referir, desde já, que a inexperiência do autor pode ter contribuído para a existência de alguns erros, tanto na recolha das amostras como nas pesagens e na contagem do número de grãos.

Para além da amostragem de campo foi efetuado um constante acompanhamento da parcela através da consulta de imagens de NDVI. Hoje em dia este tipo de imagens estão disponíveis em plataformas gratuitas, sendo tiradas regularmente de 10 em 10 dias/ 5 em 5 dias dependendo dos satélites e do seu número e do estado do tempo no dia em que a imagem é tirada.

Outro dos métodos de amostragem passa pelas cartas de produtividade da campanha 2017 que seriam posteriormente fornecidas pelo prestador de serviços.

3.5. Métodos de tratamento de dados

3.5.1. Tratamento estatístico

O tratamento estatístico da totalidade dos dados de campo recolhidos foi efetuado na plataforma online Social Science Statistics.

Foi realizada uma análise de variância através do teste One-Way ANOVA Calculator. Esta técnica estatística pode ser usada para comparar médias entre duas ou mais amostras.

A ANOVA testa a hipótese nula de que as amostras da totalidade dos grupos são retiradas de populações com os mesmos valores médios.

Para se proceder ao teste, tem que se definir o nível de significância (geralmente um nível de significância de 0,05, $\alpha=0.05$, funciona bem). Um nível de significância de 0.05 significa que existe 5% de risco em concluir que existe uma diferença, quando esta na realidade não existe.

De modo a verificar se as diferenças entre as médias são estatisticamente significativas, compara-se o p-value com o nível de significância:

- $P\text{-value} \leq \alpha$: A diferença entre algumas das médias são estatisticamente significativas.

Se o p-value é menor ou igual ao nível de significância, deve-se rejeitar a hipótese nula e concluir que nem todas as médias populacionais são iguais.

- P-value > α : A diferença entre as médias não são estatisticamente significativas.
Se o p-value é maior do que o nível de significância, não existe evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias populacionais são iguais.

Para utilizar este calculador, basta simplesmente introduzir os valores nas caixas de texto para as diferentes condições de tratamento, como retrata a Figura 32, e mandar o cálculo ser efetuado.

No meu caso, existiam dados referentes a 4 diferentes e independentes tratamentos:

Tratamento 1- Dados relativos às parcelas com Chisel e com vala;

Tratamento 2- Dados relativos às parcelas com Chisel e sem vala;

Tratamento 3- Dados relativos às parcelas sem Chisel e com vala;

Tratamento 4- Dados relativos às parcelas sem Chisel e sem vala;

Treatment 1	Treatment 2	Treatment 3	Treatment 4
76667	80000	90000	93333
83333	80000	80000	80000
83333	80000	83333	80000
73333	63333	73333	80000
80000	80000	86667	86667
80000	86667	83333	80000

Figura 32- Exemplo da introdução dos valores para os diferentes tratamentos.

O teste de variância foi realizado para os dados relativos às 3 recolhas efetuadas ao longo da campanha.

Por outro lado foi também realizada uma análise estatística descritiva sumária (onde se calculou: média, mediana, desvio padrão, mínimo, máximo, amplitude, variância e moda) sobre os dados presentes na carta de produtividade e na carta de humidade.

Este tratamento estatístico foi efetuado com auxílio ao software QGIS.

Dar-se-á maior enfoque ao valores da média das produtividades pois o objetivo principal deste estudo é analisar as diferenças na produtividade consoante os ensaios efetuados na parcela.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Variáveis de campo

Os dados de campo recolhidos nas diferentes datas, foram alvo como referido anteriormente, de tratamento estatístico, mais precisamente uma análise da variância através do teste ANOVA. Nos resultados podem-se observar e avaliar as diferenças entre as médias obtidas e averiguar se essas diferenças são significativas ou não. Todos os dados relativos às recolhas efetuadas no campo podem ser observados no Anexo III.

1ª Recolha- Avaliação das densidades e estado fenológico consoante o tratamento efetuado:

No que diz respeito à avaliação da densidade por hectare, os resultados obtidos não foram significativos. Após a análise da informação referente aos 24 pontos de amostragem, como se pode observar no Quadro 9, verifica-se que a diferença entre a densidade média máxima (83333) e a mínima (78333) é de 5000 plantas por hectare, representando um valor insignificante no teste em questão. Segundo este teste, significa que a densidade de plantas afetada pelas maiores ou menores percentagens de germinação, é um fator que não é afetado com a passagem do chisel ou com a realização de valas de drenagem.

Relativamente ao estado fenológico os resultados também não se apresentam significativos. Como se observa no Quadro 9, a média dos estados fenológicos mantém-se constante (9 folhas expandidas) para as diferentes parcelas, querendo isto dizer que o desenvolvimento da planta não é afetado com a passagem do chisel ou com a realização de valas de drenagem.

Quadro 9- Análise da variância da densidade e do estado fenológico entre as diferentes parcelas.

	Densidade	Densidade hectare	Média	Resultado	Estado Fenológico	Média	Resultado
Chisel com Vala	23	76667	79444	The <i>f</i> -ratio value is 1.03339. The <i>p</i> -value is .399102. The result is not significant at <i>p</i> < .05.	8,5	9	The <i>f</i> -ratio value is 0.12233. The <i>p</i> -value is .946241. The result is not significant at <i>p</i> < .05.
	25	83333			8,5		
	25	83333			8,5		
	22	73333			9		
	24	80000			10		
	24	80000			9		
Chisel sem Vala	24	80000	78333		9	9	
	24	80000			9		
	24	80000			8,5		
	19	63333			7,5		
	24	80000			9,5		
	26	86667			9		
Sem Chisel com Vala	27	90000	82778		9,5	9	
	24	80000			9,5		
	25	83333			8,5		
	22	73333			9		
	26	86667			8		
	25	83333			7		
Sem Chisel Sem Vala	28	93333	83333		8	9	
	24	80000			9,5		
	24	80000			7		
	24	80000			10		
	26	86667			9		
	24	80000			9,5		

Visto que os dados são relativos a uma distância de 4 metros lineares e a distância da entrelinha é de 0,75 m, a área que representa a zona de amostragem é de 3 m². Assim a densidade por hectare é calculada através da equação:

$$(\text{Densidade}/3\text{m}^2) * 10000\text{m}^2$$

(eq. 8)

2ª Recolha- Avaliação da biomassa consoante o tratamento efetuado:

No Quadro 10 estão representados os valores das pesagens de biomassa efetuadas às 32 amostras colhidas, bem como os resultados da análise da variância efetuada a essas mesmas amostras. O peso húmido (PH) representa o peso total da planta antes da sua introdução na estufa. O peso da folhas, caules e inflorescência (PF, PC, PI respetivamente), representam os pesos das diferentes partes da planta posteriormente á sua introdução na estufa.

Uma vez mais os resultados obtidos não se mostraram significativos. A diferença entre as médias dos pesos, quer na pesagem da planta completa, quer na pesagem das diferentes partes da planta, não é significativa, ou seja, o valor de biomassa das plantas não apresenta diferenças significativas com a passagem do chisel ou com a realização das valas de drenagem.

Quadro 10- Análise da variância da biomassa das folhas, caules e inflorescências entre as diferentes parcelas. PH-Peso húmido; PF-Peso das folhas; PC-Peso dos caules; PI-Peso das Inflorescências.

	PH	Média	Resultado	PF	Média	Resultado	PC	Média	Resultado	PI	Média	Resultado
Chisel com Vala	760	813,125	The <i>F</i> -ratio value is 1.79837. The <i>p</i> -value is .170392. The result is <i>not</i> significant at <i>p</i> < .05.	41,3	39,5375	The <i>F</i> -ratio value is 1.36758. The <i>p</i> -value is .273004. The result is <i>not</i> significant at <i>p</i> < .05.	110	83,5	The <i>F</i> -ratio value is 1.70231. The <i>p</i> -value is .189239. The result is <i>not</i> significant at <i>p</i> < .05.	25	34,75	The <i>F</i> -ratio value is 2.26335. The <i>p</i> -value is .102968. The result is <i>not</i> significant at <i>p</i> < .05.
	780			37,2			95			41		
	555			26,7			54			22		
	610			39,3			52			26		
	1110			50			120			42		
	1000			42,5			90			31		
	890			44			77			51		
800	35,3	70		40								
Chisel sem Vala	1110	998,75		54	44,375		126	101,875		62	49	
	1110			51,3			132			58		
	875			34,3			75			42		
	915			40,5			86			48		
	900			40,6			88			36		
	1230			50,6			123			57		
	970			44			100			47		
880	39,7	85		42								
Sem Chisel com Vala	960	928,75		42,5	39,2625		116	95,875		66	52,875	
	645			30,7			79			38		
	1205			43,3			101			93		
	1150			44,9			99			65		
	1125			43,9			137			58		
	1195			53			127			63		
	450			26,1			43			10		
Sem Chisel Sem Vala	700	796,325		29,7	36,6625		65	76,975		30	38,75	
	870			37,8			86			38		
	850			41,3			83			50		
	870			38			86			53		
	905			40,6			91			43		
	460		21	43		21						
	860		43,5	87		25						
936	42,3	83,8	53									
620	28,8	56	27									

3ª Recolha- Avaliação da estimativa de produção consoante o tratamento efetuado:

No Quadro 11 podem-se observar e analisar os resultados obtidos do teste à variância do peso dos grãos nas diferentes parcelas estudadas. As pesagens do grão foram efetuadas após a sua secagem em estufa. O valor de humidade relativa (HR) de 2,44% foi retirado da média de cinco medições consecutivas (quando os valores de HR se apresentavam semelhantes e estáveis), provenientes de uma amostra de 25 grãos escolhidos ao acaso da totalidade das amostras (Figura 30), como referido no ponto 3.4.

Através do valor do peso dos grãos obtido para cada local, fez uma estimativa de produção por hectare para cada um desses locais. É importante referir que a estimativa de produção foi calculada tendo em conta que o grão apresentava o valor 14,5% (valor padrão de HR para a colheita no campo). Visto que as amostras colhidas são referentes a dois metros quadrados e o valor de produtividade é apresentado em quilogramas/hectare, a equação para o cálculo da estimativa de produção foi a seguinte:

$$\text{Produtividade (kg/ha)} = [((\text{Peso grão seco g})/(1-0,145)) * 10000 \text{ m}^2]/2\text{m}^2/1000\text{g}$$

(eq.9)

Uma vez mais os resultados da análise da variância à estimativa de produção não demonstrou ser significativo. As diferenças entre as médias máxima (16939,4 kg) e mínima (15437,2 kg), é de 1500 kg por hectare, que representa um valor insignificante no teste em questão. Quer isto dizer que a produtividade da cultura não é afetada com a passagem do chisel ou com a realização das valas de drenagem.

Quadro 11-Análise da variância do peso do grão entre as diferentes parcelas.

	Peso Total de grão (2,44% HR)	Peso grão seco	Estimativa Produção (Kg/ha)	Média	Resultado
Chisel com Vala	3455,5	3371,0	19713	16319,4	The <i>f</i> -ratio value is 0.32743. The <i>p</i> -value is .805529. The result is not significant at <i>p</i> < .05.
	2798,4	2798,4	16365		
	2084,8	2084,8	12192		
	3539,2	3539,2	20697		
	2478,8	2478,8	14496		
	2471,5	2471,5	14453		
Chisel sem Vala	2887,5	2887,5	16886	16939,4	
	3281,4	3281,4	19189		
	2676,1	2676,1	15650		
	3188,9	3188,9	18649		
	2982,2	2982,2	17440		
	2363,7	2363,7	13823		
Sem Chisel com Vala	2994,7	2994,7	17513	16685,7	
	2781,9	2781,9	16268		
	2869,4	2869,4	16780		
	2818,6	2818,6	16483		
	3605	3605,0	21082		
	2049,9	2049,9	11988		
Sem Chisel Sem Vala	3317	3317,0	19398	15437,2	
	2024,2	2024,2	11837		
	2219,8	2219,8	12981		
	3065,5	3065,5	17927		
	2503,8	2503,8	14642		
	2708,3	2708,3	15838		

Não são observáveis diferenças significativas entre as diferentes parcelas.

Os p-values são sempre menores do que o nível de significância. Isto diz-nos que não existem evidências suficientes que nos permitam rejeitar a hipótese nula, ou seja, não existem diferenças estatisticamente significativas entre as médias da população estudada. Esta observação levar-nos-ia a pensar que todo o ensaio efetuado foi em vão, que não haviam diferenças consideráveis entre fazer a passagem com um chisel ou não. Contudo, quando comparado com o ano anterior os valores obtidos tomam outra proporção, tornando-se mais conclusivos.

4.2. Cartas de produtividade e de humidade do grão

4.2.1. Resultados obtidos entre as distintas parcelas do ensaio na campanha 2017

Os resultados obtidos através das cartas de produtividade e humidade do grão na campanha de 2017 mostraram-se muito relevantes e interessantes quando comparados com os da campanha anterior.

Após uma análise detalhada dos resultados obtidos, pôde-se concluir que as diferenças entre as parcelas (C1 com vala, C1 sem vala, SC1 com vala e SC1 sem vala) não eram significativas, mas que, na generalidade do ensaio, a zona apresentou estrondosas melhorias na produtividade. Deste modo, e de maneira a conseguir analisar e avaliar as variáveis, optou-se por redefinir as parcelas, focando as atenções apenas em quatro parcelas, duas onde se passou com o chisel e outras duas onde não se passou, como representa a Figura 33.

Deste modo, a primeira parcela (representada com os números 7 e 8) é a parcela onde foi passado o chisel, sendo que o número 7 representa a área dentro da mancha e o número 8 a área fora da mancha. A segunda parcela (representada com os números 5 e 6) é a parcela onde não foi passado o chisel, sendo que o número 5 representa a área dentro da mancha e o número 6 a área fora da mancha. As restantes parcelas seguem a mesma linha de identificação.

Para além das parcelas onde se realizou o ensaio, considerou-se uma área (identificada com o número 9) que representa o ensaio em branco, ou seja, uma zona da mancha afastada dos ensaios que não foi alvo nem da passagem com chisel nem com a vala de drenagem.

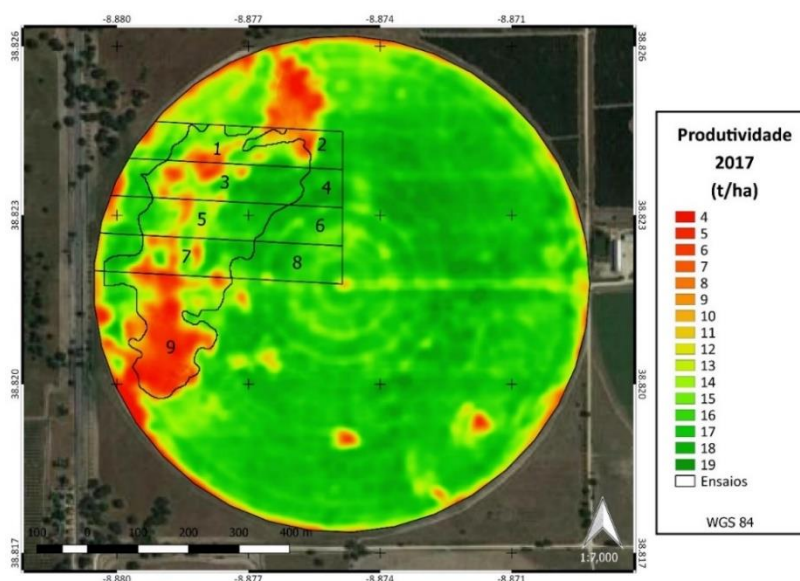


Figura 33- Esquema do ensaio na carta de produtividade 2017.

Uma das análises a fazer, antes de procedermos a qualquer cálculo estatístico e posterior discussão, é que na zona da mancha as melhorias na produtividade são indubitáveis. Contudo a zona do ensaio não se encontra padronizada, ou seja, não é possível observar na carta uma relação direta entre as zonas onde se passou o chisel e as maiores ou menores produtividades nessas zonas exatas.

No Quadro 12 é apresentada uma análise estatística descritiva sumária da produtividade, obtida através da carta de produtividade do ano 2017.

Quadro 12- Análise estatística descritiva sumária da produtividade na zona do ensaio no ano 2017.

Ano 2017									
Identificação	area	2017_min	2017_max	2017_mean	2017_std	2017_range	2017_var	2017_media	2017_mode
1	1,521	5,68	18,79	13,16	2,82	13,11	7,95	13,93	12,15
2	1,48	4,86	18,76	14,08	3,23	13,90	10,42	14,95	7,25
3	2,252	5,52	18,91	14,44	3,59	13,39	12,86	15,06	6,96
4	1,077	4,97	19,86	16,38	2,84	14,89	8,09	17,25	6,51
5	1,864	7,58	18,49	15,05	2,25	10,91	5,05	15,50	13,49
6	1,69	5,76	18,42	16,00	2,13	12,65	4,52	16,51	15,47
7	1,72	5,40	18,47	13,64	3,38	13,07	11,40	14,37	9,22
8	1,942	9,70	18,90	16,33	1,47	9,20	2,17	16,54	15,61
9	3,319	3,44	17,01	8,65	3,49	13,57	12,19	7,50	4,84

Para uma maior facilidade de identificação dos dados, as parcelas onde se efetuou o chisel encontram-se delimitadas por uma linha encarnada (zonas identificadas com os números 3-4 e 7-8), e os dados relativos às zonas que não pertencem à mancha mas que estão inseridas no ensaio estão preenchidos a verde (números 2, 4, 6 e 8).

Como era de prever, analisando cada uma das parcelas individualmente, as zonas que se encontram no exterior da mancha mantêm produtividades médias superiores às das zonas do interior da mancha (produtividade da zona 1 < produtividade zona 2; produtividade zona 3 < produtividade zona 4; e assim sucessivamente).

No quadro acima é ainda possível comparar as produções médias obtidas entre diferentes parcelas do ensaio. Seria de esperar que nas parcelas onde foi efetuada a passagem com o chisel as produtividades fossem superiores em relação às parcelas onde este não foi passado, contudo tal não aconteceu. Virando as atenções para as parcelas situadas no interior da mancha (zonas 1, 3, 5 e 7) podemos comprovar que as parcelas chiseladas (zonas 3 e 7 com produtividade média entre as duas zonas de 14,04 ton/ha) apresentam uma produtividade média semelhante à das parcelas não chiseladas (zonas 1 e 5 com produtividade média entre as duas zonas de 14,1 ton/ha). Este resultado mostra que, muito possivelmente, as parcelas não chiseladas localizadas na vizinhança das parcelas chiseladas beneficiam também com a passagem do chisel.

A zona 9 (ensaio em branco) apresenta uma produtividade média bastante mais baixa relativamente a toda restante parcela. Esta zona, inserida na zona problemática da parcela, comprova os efeitos benéficos na produtividade da passagem do chisel.

No Quadro 13 é apresentada uma análise estatística descritiva sumária da humidade do grão. Obtida através da carta de humidade do ano 2017, onde os valores médios de humidade são dados em percentagem. Também neste quadro as zonas delimitadas a encarnado representam as parcelas chiseladas e as zonas preenchidas a verde são as que não pertencem à mancha mas que estão inseridas no ensaio.

Quadro 13- Análise estatística descritiva sumária da humidade do grão na zona do ensaio no ano de 2017.

Ano 2017									
Identificação	area	2017_min	2017_max	2017_mean	2017_std	2017_range	2017_var	2017_med	2017_mode
1	1,521	14,54982	18,85917	17,0156684	1,072884	4,30935	1,151081	17,0213	15,05326
2	1,48	14,65142	19,29025	17,7994606	1,265661	4,63883	1,601897	18,43305	15,09001
3	2,252	15,19645	19,463	17,9682351	1,03421	4,26655	1,06959	18,23823	15,9794
4	1,077	14,71549	19,33969	18,2230106	0,881849	4,6242	0,777657	18,4418	18,38305
5	1,864	14,86598	19,35441	17,4959794	1,123868	4,48843	1,263079	17,77494	16,15524
6	1,69	14,80791	19,51438	18,5192932	0,799333	4,70647	0,638933	18,73369	18,12363
7	1,72	14,46807	19,6443	16,7715611	1,206547	5,17623	1,455756	16,70363	14,7319
8	1,942	15,53825	19,75592	18,4302983	0,764233	4,21767	0,584052	18,58692	17,24109
9	3,319	14,46273	19,57466	15,4540975	0,849404	5,11193	0,721487	15,25042	14,56633

Uma vez mais, os resultados não se apresentam padronizados quando analisamos as diferentes parcelas entre si, dificultando desta maneira a obtenção de conclusões credíveis sobre o ensaio efetuado. Contudo, analisando cada parcela individualmente, podemos reter que os valores de humidade média na zona exterior à mancha (zonas 2, 4, 6 ou 8) são sempre superiores aos valores de humidade média na zona interior da mancha (zona 1, 3, 5 ou 7). Estes valores são pouco significativos visto que a diferença entre o maior valor médio e o menor é de apenas 1,75% (18,52%-16,77%).

Visto que mancha não é homogénea em toda a sua área, quando procedemos à análise comparativa dos dados entre as diferentes parcelas torna-se difícil tirar ideias conclusivas sobre o ensaio. Como referido anteriormente, não existe uma relação direta entre o aumento ou diminuição de produtividade/humidade nas zonas onde se passou ou não o chisel. Contudo, na zona identificada com o número 9 (ensaio em branco), observam-se tanto produtividades médias como valores médios de humidade bastante mais baixas do que as restantes zonas da mancha. Esta zona indica-nos claramente que o chisel teve um efeito positivo no desenvolvimento e produtividade da cultura.

4.2.2. Resultados obtidos entre as campanhas 2016 e 2017

Numa análise inter-anual, tendo em conta que as propriedades da mancha não se modificam significativamente de um ano para o outro, os resultados obtidos tornam-se facilmente mensuráveis e com bastante mais interesse.

Assim sendo, procede-se à análise comparativa dos resultados obtidos entre as duas campanhas de 2016 e 2017.

Nas Figuras 35 e 34 podemos observar as duas cartas de produtividade, com a delimitação da zona do ensaio e devida identificação, relativas aos anos de 2016 e 2017, respetivamente.

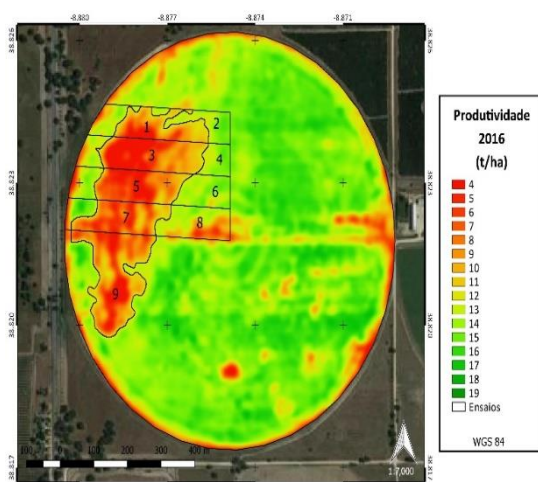


Figura 34- Carta de produtividade relativa ao ano 2016.

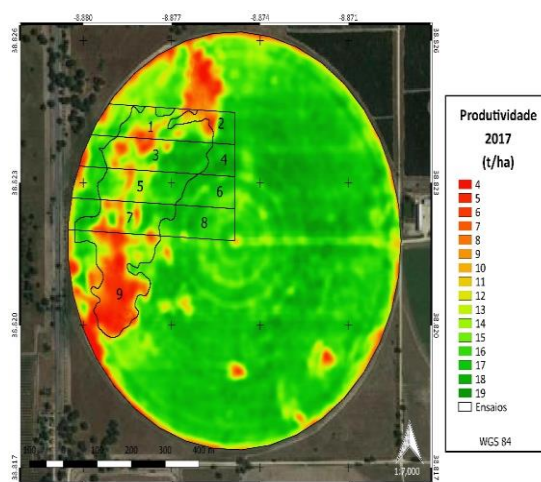


Figura 35- Carta de produtividade relativa ao ano 2017.

É facilmente visível que houve, fora da zona do ensaio, um acréscimo na produtividade em 2017 (representado na carta pelo tom mais escurecido de verde) em comparação com o ano anterior. Visto que não houve alterações no itinerário cultural entre os anos, este aumento das produtividades está relacionado com uma melhor gestão da parcela, que, basicamente passou por:

- Uma melhor gestão de rega - num ano muito pouco chuvoso, que permitiu aos agricultores aplicarem apenas e só a quantidade de água necessária no momento adequado;
- Um eficaz controlo das infestantes - herbicidas aplicados na altura certa e em quantidades adequadas;
- Adequada utilização dos meios de prevenção no ataque por agentes patogénicos- controlo eficaz de *Cephalosporium*, agente patogénico que atacou a cultura em 2016;

Em simultâneo com a boa gestão juntam-se as excepcionais condições meteorológicas para a produção de milho ao longo da campanha de 2017.

Outro dos aspetos a ter em conta, antes de procedermos a qualquer cálculo estatístico, é que na zona da mancha as melhorias na produtividade são indubitáveis. Contudo esta zona não se encontra padronizada, ou seja, não se consegue destingir entre as zonas onde se passou o chisel e as zonas onde não passou, sendo por isso mais complicado de gerir esta variabilidade.

Pode-se também observar que a mancha se encontra “em crescimento”, visto que se nota o aparecimento de uma nova zona afetada (representada a vermelho na carta da Figura 34) cerca da zona número 1/2 e ainda novas zonas afetadas cerca da zona 9.

No Quadro 14 exprimem-se os resultados, independentes da zona dos ensaios, da estatística descritiva efetuados entre as zonas do interior e exterior da mancha nos anos de 2016 e 2017.

Quadro 14-Análise estatística sumária da produtividade na totalidade da parcela entre os anos 2016 e 2017.

Identificação	area	2016_min	2016_max	2016_mean	2016_std	2016_range	2016_var	2016_media	2016_mode
Interior Mancha	10,79	1,92	12,10	7,83	2,63	10,18	6,91	8,10	4,12
Exterior Mancha	64,57	2,20	17,34	13,95	2,17	15,14	4,70	14,59	15,07
Identificação	area	2017_min	2017_max	2017_mean	2017_std	2017_range	2017_var	2017_media	2017_mode
Interior Mancha	10,79	3,44	18,91	12,41	4,14	15,47	17,10	13,23	13,43
Exterior Mancha	64,57	2,12	19,86	15,87	2,60	17,74	6,77	16,72	16,58

No Quadro acima é possível constatar que as diferenças na produtividade média entre o exterior e o interior da mancha são agora muito menores. De acordo com os resultados observáveis, em 2016 a diferença era de 6,12 ton/ha (7,83 ton/ha – 13,95ton/ha), enquanto em 2017 esta diferença reduz-se quase para metade, tendo o valor de 3,46 ton/ha (15,87 ton/ha – 12,41 ton/ha).

De acordo com o Quadro 14 é possível quantificar, reforçando o que já tinha sido dito, que fora da mancha, na sua generalidade, obtiveram-se produtividades médias superiores relativamente ao ano anterior, mais especificamente acréscimos de 13, 95 ton/ha (2016) para 15,87 ton/ha (2017), ou seja um aumento em média de 1,92 ton/ha. Este aumento de produtividade é relativo a uma área de 64,5 hectares, o que representa mais 123,97 toneladas de grão em relação ao ano anterior. O ganho económico subjacente a este aumento de produtividade é independente do ensaio efetuado e está relacionado apenas e só, como referido anteriormente, com as favoráveis condições meteorológicas na campanha de 2017 em simultâneo com uma boa gestão da parcela.

Relativamente ao interior da mancha os ganhos na produtividade média tomam outras proporções. Comparando os resultados com os do ano anterior, é possível observar que a produtividade média no interior da mancha acresce de 7,83 ton/ha (2016) para 12,41 ton/ha (2017), ou seja um aumento em média de 4,58 ton/ha. Tendo em conta que esta área representa 10,79 hectares, a produção de grão aumentou 49,4 toneladas. O aumento da produtividade média no interior da mancha deve-se tanto ao ensaio efetuado como às favoráveis condições meteorológicas e boa gestão da parcela (responsáveis por ganhos de 1,92 ton/ha, como referido no parágrafo anterior).

Todos estes cálculos não têm em conta a zona do ensaio, apenas diferenciam entre a zona interior e exterior da mancha, como representa a Figura 24.

Com esta análise pode-se dizer sem qualquer dúvida que o objetivo de maximizar a produtividade foi conseguido, assim como a redução da heterogeneidade espacial da produtividade existente na parcela estudada. Contudo, é necessária uma análise mais pormenorizada, especialmente entre as diferentes zonas onde foi efetuado o ensaio, para que as conclusões sobre o mesmo se tornem mais credíveis, de modo que a tomada de decisão possa ser feita como menor erro possível, para que o agricultor maximize os seus rendimentos.

No Quadro 15 são então apresentados os resultados da estatística descritiva da produtividade efetuada entre as zonas dos ensaios nos anos 2016 e 2017. Os dados das parcelas onde se

efetuou o chisel encontram-se delimitadas por uma linha encarnada (zonas identificadas com os números 3-4 e 7-8), e os dados relativos às zonas que não pertencem à mancha mas que estão inseridas na zona do ensaio estão preenchidos a verde (números 2, 4, 6 e 8).

Quadro 15- Análise estatística descritiva sumária da produtividade na zona do ensaio entre os anos 2016 e 2017.

Ano	Identificação	area	min	max	mean	std	range	var	media	mode
2016	1	1,521	2,05	12,00	8,99	2,63	9,95	6,94	9,75	9,62
2017	1	1,521	5,68	18,79	13,16	2,82	13,11	7,95	13,93	12,15
2016	2	1,48	4,10	15,58	12,99	1,71	11,48	2,91	13,07	12,28
2017	2	1,48	4,86	18,76	14,08	3,23	13,90	10,42	14,95	7,25
2016	3	2,252	1,92	12,00	6,84	2,96	10,08	8,78	6,73	3,10
2017	3	2,252	5,52	18,91	14,44	3,59	13,39	12,86	15,06	6,96
2016	4	1,077	5,11	15,42	13,02	1,76	10,30	3,11	13,10	12,21
2017	4	1,077	4,97	19,86	16,38	2,84	14,89	8,09	17,25	6,51
2016	5	1,864	2,96	12,00	7,04	2,36	9,04	5,58	6,80	3,61
2017	5	1,864	7,58	18,49	15,05	2,25	10,91	5,05	15,50	13,49
2016	6	1,69	2,95	15,34	13,11	2,10	12,38	4,39	13,54	12,15
2017	6	1,69	5,76	18,42	16,00	2,13	12,65	4,52	16,51	15,47
2016	7	1,72	3,79	11,99	7,91	2,01	8,20	4,04	7,66	5,04
2017	7	1,72	5,40	18,47	13,64	3,38	13,07	11,40	14,37	9,22
2016	8	1,942	3,60	16,68	11,61	2,70	13,08	7,28	12,46	13,17
2017	8	1,942	9,70	18,90	16,33	1,47	9,20	2,17	16,54	15,61
2016	9	3,319	2,47	12,10	8,25	2,43	9,63	5,90	8,54	2,73
2017	9	3,319	3,44	17,01	8,65	3,49	13,57	12,19	7,50	4,84

Assim sendo, e tendo em conta apenas a zona onde foi efetuado o ensaio, procede-se à análise pormenorizada nas diferentes zonas. Os cálculos efetuados para esta análise estão apresentados no Anexo IV.

Análise entre zonas do interior da mancha onde foi efetuada a passagem com o chisel (zona 3 e 7) entre os anos 2016 e 2017- Tanto na zona 3 como na zona 7 os ganhos de produtividade foram consideráveis. No caso da zona 3, com uma área de 2,25 hectares, assistiu-se a um aumento de 7,6 ton/ha. No caso da zona 7, com uma área de 1,72 hectares, assistiu-se a um aumento de 5,72 ton/ha. No total da área do interior da mancha que foi passada com o chisel obteve-se mais 26,95 toneladas em 2017 do que em 2016, o que representa acréscimos de produtividade na ordem dos 92,9%.

Análise entre zonas do interior da mancha onde não foi efetuada a passagem com chisel (zona 1 e 5) entre os anos 2016 e 2017- Tanto na zona 1 como na zona 5 os ganhos de produtividade foram consideráveis. No caso da zona 1, com uma área de 1,52 hectares, quantificou-se um aumento de 4,18 ton/ha. No caso da zona 5, com uma área de 1,86 hectares, quantificou-se um aumento de 8,01 ton/ha. No total da área do interior da mancha que não foi passada com o chisel obteve-se mais 21,3 toneladas em 2017 do que em 2016, o que representa acréscimos de produtividade na ordem dos 79,6%.

Análise entre zonas do exterior da mancha onde foi efetuada a passagem com o chisel (zona 4 e 8) entre os anos 2016 e 2017- Tanto na zona 4 como na zona 8 os ganhos de produtividade foram consideráveis. No caso da zona 4, com uma área de 1,07 hectares, registou-se um aumento de 3,36 ton/ha. No caso da zona 8, com uma área de 1,94 hectares, registou-se um aumento de 4,73 ton/ha. No total da área do exterior da mancha que foi passada com o chisel

obteve-se mais 12,8 toneladas em 2017 do que em 2016, o que representa acréscimos de produtividade na ordem dos 35%.

Análise entre zonas do exterior da mancha onde não foi efetuada a passagem com o chisel (zona 2 e 6) entre os anos 2016 e 2017- Tanto na zona 2 como na zona 6 os ganhos de produtividade foram consideráveis. No caso da zona 2, com uma área de 1,48 hectares, obteve-se um aumento de 1,1 ton/ha. No caso da zona 6, com uma área de 1,69 hectares, obteve-se um aumento de 2,89 ton/ha. No total da área do exterior da mancha que não foi passada com o chisel obteve-se mais 6,5 toneladas em 2017 do que em 2016, o que representa acréscimos de produtividade na ordem dos 15%.

Os baixos acréscimos relativos à zona 2 podem estar relacionados com o crescimento da mancha, como referido anteriormente, baixando as produtividades neste local.

Análise da zona do ensaio em branco (zona 9) entre os anos 2016 e 2017- A zona 9, a qual não foi alvo da passagem com o chisel, obteve uma produtividade média semelhante à do ano anterior, com um ligeiro aumento de 0,4 ton/ha. Este valor comprova que, uma vez mais, a passagem do chisel tem um efeito positivo na produtividade da cultura.

No Quadro 16 estão representados os valores das produtividades médias obtidas nas zonas do interior e do exterior da mancha no ano 2016 e 2017.

Quadro 16-Diferença nas produtividades médias do interior e exterior da mancha, nos anos 2016 e 2017.

	Zona do Ensaio	Área (ha)	Produtividade 2016 (ton/ha)	Produtividade 2017 (ton/ha)	Ganhos Produtividade (ton/ha)	Ganhos Média (ton/ha)
Total Interior da Mancha	Zona 1	1,521	8,99	13,16	4,18	6,38
	Zona 3	2,252	6,84	14,44	7,60	
	Zona 5	1,864	7,04	15,05	8,01	
	Zona 7	1,72	7,91	13,64	5,72	
Total Exterior da mancha	Zona 2	1,48	12,99	14,08	1,10	3,02
	Zona 4	1,077	13,02	16,38	3,36	
	Zona 6	1,69	13,11	16,00	2,89	
	Zona 8	1,942	11,61	16,33	4,73	

Como já foi referido anteriormente, após uma análise das produtividades médias do interior da mancha (somatório das produtividades médias das zonas 1, 3, 5 e 7) e do exterior da mancha (somatório zonas 2, 4, 6 e 8) entre os anos 2016 e 2017, em ambos os locais foram observados aumentos na produtividade média. Como se observa no Quadro 16, os ganhos de produtividade no interior da mancha foram em média 6,38 ton/ha, enquanto os ganhos no exterior da mancha foram de 3,02 ton/ha. Quer isto dizer que as zonas que não apresentavam problemas, mesmo quando passadas com o chisel, apresentam ganhos na sua produtividade, embora mais pequenos.

Comparando as produtividades médias entre as duas campanhas (2016 e 2017) existem ganhos em todas as zonas da parcela. Contudo existem zonas em que os acréscimos são superiores. Os ganhos de produtividade não são só relativos às zonas onde se passou o chisel, mas também às zonas onde não se o passou. Isto pode querer dizer que as parcelas vizinhas beneficiam também com a passagem do chisel, como se o seu efeito se estendesse para além do local onde foi efetuado. Esta teoria pode ser comprovada pela comparação entre as Figuras 34 e 35, onde se observa que nas zonas mais longínquas dos locais onde se passou o chisel (zonas 9 e 1/2), as produções são mais baixas. É possível também observar que na zona 9, cerca da fronteira com

as zonas 8/7 (zonas passadas com o chisel), as produções sofreram acréscimos sem que, no entanto, essa zona tenha sido passada com o chisel. Isto vem reforçar a ideia de que os locais vizinhos às zonas onde foi passado o chisel apresentam também acréscimos na produção.

No Quadro 17 são agora apresentados os resultados da estatística descritiva da humidade do grão efetuada entre as zonas dos ensaios nos anos 2016 e 2017. Os valores estão apresentados em percentagem.

Quadro 17-Análise estatística descritiva sumária da humidade do grão na zona do ensaio entre os anos 2016 e 2017.

Ano	Identificação	area	min	max	mean	std	range	var	media	mode
2017	1	1,521	14,54982	18,85917	17,0156684	1,072884	4,30935	1,151081	17,0213	15,05326
2016	1	1,521	12,97143	16,32051	14,3144213	0,708161	3,34908	0,501493	14,22929	13,44495
2017	2	1,48	14,65142	19,29025	17,7994606	1,265661	4,63883	1,601897	18,43305	15,09001
2016	2	1,48	14,63589	18,57121	16,8874584	1,037671	3,93532	1,076762	17,05787	15,39551
2017	3	2,252	15,19645	19,463	17,9682351	1,03421	4,26655	1,06959	18,23823	15,9794
2016	3	2,252	12,99587	17,93829	13,9817015	0,715429	4,94242	0,511839	13,8227	13,65706
2017	4	1,077	14,71549	19,33969	18,2230106	0,881849	4,6242	0,777657	18,4418	18,38305
2016	4	1,077	14,25448	18,34968	16,8524263	1,073367	4,0952	1,152116	17,16123	14,55606
2017	5	1,864	14,86598	19,35441	17,4959794	1,123868	4,48843	1,263079	17,77494	16,15524
2016	5	1,864	12,92784	16,97453	13,9357206	0,67219	4,04669	0,451839	13,76738	12,96487
2017	6	1,69	14,80791	19,51438	18,5192932	0,799333	4,70647	0,638933	18,73369	18,12363
2016	6	1,69	14,65917	18,15722	16,8000526	0,929384	3,49805	0,863754	16,97173	15,28618
2017	7	1,72	14,46807	19,6443	16,7715611	1,206547	5,17623	1,455756	16,70363	14,7319
2016	7	1,72	13,32027	17,00381	14,4648594	0,75072	3,68354	0,56358	14,36347	13,61275
2017	8	1,942	15,53825	19,75592	18,4302983	0,764233	4,21767	0,584052	18,58692	17,24109
2016	8	1,942	13,44062	18,17329	16,187198	1,210736	4,73267	1,465881	16,03226	17,85495
2016	9	3,319	13,10634	18,54284	14,7845474	1,048778	5,4365	1,099935	14,58322	16,44382
2017	9	3,319	14,46273	19,57466	15,4540975	0,849404	5,11193	0,721487	15,25042	14,56633

Como se pode ver, em cada uma das parcelas, os valores médios da humidade do grão na altura da colheita apresentam-se superiores no ano 2017 em relação ao ano anterior. Tal como o que acontece com a produtividade média, também os valores de humidade não apresentam um padrão de relacionamento com a passagem do chisel. Contudo, é observável quando analisamos cada parcela individualmente, que os valores de humidade média entre os anos 2016 e 2017 nas zonas interiores da mancha (zona 1, 3, 5 e 7) apresentam maiores diferenças quando comparados com os das zonas exteriores da mancha (zona 2, 4, 6 e 8).

Este aumento dos valores da humidade média contribui também para um aumento das produtividades médias, já que o grão apresenta uma maior percentagem de água e, com isto, um maior peso. Este aumento da humidade média do grão na generalidade da mancha contribui para uma maior homogeneização da totalidade da parcela. Na campanha de 2016 os 10,7 ha que representam a mancha, apresentaram no final da campanha, valores de humidade média mais baixos

Análise económica sobre o ensaio efetuado

Todo o processo da atividade agrícola é normalmente avaliado em termos financeiros. O lucro ou o prejuízo associado a esta atividade está relacionado com a dimensão da produção, bem como do preço de venda do produto, dos subsídios, e dos custos. Os custos estão por sua vez dependentes do modo como cada um gere a sua exploração, como por exemplo a escolha e quantidades de fertilizantes e pesticidas e a escolha entre as diferentes práticas culturais.

Tendo em conta que o itinerário cultural foi semelhante no ano 2016 e 2017, o único gasto adicional é representado pela mobilização profunda (chisel). Tendo em conta que o custo da passagem com um chisel é de aproximadamente 40 €/ha (preços praticados pelos prestadores de serviços) e o preço de venda do milho foi de 175 €/ton, o Quadro 18 representa uma análise sobre o rácio benefício/custo da mobilização profunda efetuada na parcela em estudo.

Quadro 18- Rácio benefício/custo do ensaio efetuado.

ZONAS	1	2	3	4	5	6	7	8	SOMA
Produtividade 2016 (ton)	13,669	19,2214	15,4083	14,0194	13,1219	22,1488	13,6134	22,5427	133,7
Produtividade 2017 (ton)	20,0206	20,8439	32,5154	17,6371	28,0493	27,0381	23,4554	31,7207	201,3
Produtividade média 2016 (ton/ha)	8,99	12,99	6,84	13,02	7,04	13,11	7,91	11,61	
Produtividade média 2017 (ton/ha)	13,16	14,08	14,44	16,38	15,05	16,00	13,64	16,33	
Ganhos em produção (toneladas/ha)	4,18	1,10	7,60	3,36	8,01	2,89	5,72	4,73	
Ganhos Economicos (€/ha)	730,8	191,8	1329,4	587,8	1401,4	506,3	1001,4	827,1	6576,0
Gastos (Chisel)			40,0	40,0			40,0	40,0	160,0
Margem Bruta (€/ha)	730,8	191,8	1289,4	547,8	1401,4	506,3	961,4	787,1	6416,0
Tendo em conta a área por zona									
Ganhos em produção (ton)	6,35	1,62	17,11	3,62	14,93	4,89	9,84	9,18	67,5
Ganhos Economicos (€)	1111,5	283,9	2993,7	633,1	2612,3	855,6	1722,3	1606,1	11818,7
Gastos (Chisel)			90,08	43,08			68,8	77,68	279,6
Margem Bruta (€)	1111,5	283,9	2903,7	590,0	2612,3	855,6	1653,5	1528,5	11539,1

Tal como nos restantes quadros apresentados anteriormente, as zonas preenchidas a verde representam as zonas que se encontram fora da mancha, e as zonas delimitadas por uma linha encarnada representam as zonas que foram chiseladas. Como se pode observar todas as zonas do ensaio, tanto as do interior como as do exterior da mancha, apresentam ganhos em relação ao ano anterior. Contudo existem zonas com ganhos menores, na ordem de 280 €/ha (zona 2), e zonas com ganhos maiores, aproximadamente 2900 €/ha (zona 5). Como avaliado anteriormente, as zonas do interior da mancha (zona 1, 3, 5 e 6) foram aquelas que mais beneficiaram com a passagem do chisel e, com isto, as que originaram maiores lucros por hectare, com valores na ordem dos 730 €/ha, 1290 €/ha, 1400 €/ha e 960 €/ha respetivamente. A zona 2, provavelmente por ser a zona do exterior da mancha aquela que mais longe se encontra da passagem do chisel, é a que apresenta menor lucro, com o valor a rondar os 280 €/ha.

Na totalidade da zona do ensaio obtiveram-se mais 67,5 toneladas de grão em relação ao ano anterior. Se o preço de venda do milho rondar os 175 €/ton, os ganhos obtidos com a realização do chisel encontram-se na ordem dos 11 812 € (67,5 ton*175€/ton), e os gastos na ordem dos 280 €, obtendo-se então um lucro que ronda os 11 532 €. No entanto não podemos desprezar os ganhos médios de produtividade alcançados fora da zona do ensaio, ou seja, existe uma percentagem dos ganhos obtidos na zona do ensaio que não se devem à realização do chisel mas, apenas e só, à boa gestão praticada na campanha de 2017, bem como às favoráveis condições meteorológicas desse ano.

Através deste importante quadro pode-se concluir ainda que todas as zonas do ensaio lucraram com a passagem do chisel visto que esta é compensada pelos inerentes ganhos em produtividade. Para isto basta que os ganhos em produtividade sejam aproximadamente de apenas 0,23 ton/ha para que se atinga o limiar de rendabilidade. Como se observa no quadro acima, a zona que apresenta menores ganhos em produtividade é a zona 2 (ganhos de 1,1 ton/ha), que ainda assim são superiores a esses valores.

Estratégia a implementar:

No ensaio realizado, as zonas passadas com o chisel, tanto as mais afetadas pela compactação como as menos afetadas, obtiveram ganhos de produtividade superiores a 1 ton/ha, querendo isto dizer que em termos económicos compensa a passagem com o chisel na totalidade da parcela.

Contudo, visto que as parcelas chiseladas beneficiam desta mobilização tanto como as parcelas vizinhas, uma outra estratégia, poderia passar pela passagem do chisel como realizado no ensaio. Ou seja, em parcelas com 75 metros de largura, se o chisel for efetuado, parcela sim parcela não, a área alvo desta operação seria bastante menor, conseguindo contudo, praticamente os mesmos resultados.

Ainda assim, para comprovar esta teoria seria necessário efetuar mais uns ensaios de modo a obter um resultado fidedigno.

Como já foi referido anteriormente, a AP apresenta um ciclo para a sua implementação, que passa pela recolha de dados durante pelo menos três anos. Visto isto, torna-se necessário que o trabalho de colheita e amostragem de dados tenha continuidade. O próximo passo poderá passar pela criação de uma carta da CE do solo.

De modo a otimizar a gestão da parcela, uma das estratégias a implementar pode também passar pela aplicação de fatores de produção em taxa variável (VRT).

5. CONCLUSÕES

Este trabalho dedicou-se ao estudo da variabilidade espacial da produtividade existente numa parcela concreta na região do Vale do Tejo. A deteção e análise desta foi o primeiro dos objetivos da dissertação. Feita a análise, conclui-se que a variabilidade em estudo é bastante elevada e relevante. Assim sendo, o mapeamento através de cartas e imagens torna-se uma ferramenta extremamente relevante como auxiliar da gestão para o agricultor.

O segundo objetivo foi testar a performance de dois diferentes métodos de mobilização com vista ao combate da elevada variabilidade. Neste caso utilizaram-se alternadamente métodos de mobilização superficial e métodos de mobilização profunda. Através deste teste é possível verificar que, apesar de não haver uma relação exata entre o local da realização do chisel e a produtividade nesse mesmo local, a parcela beneficia sempre com a realização da mobilização mais profunda, neste caso concreto é claro. O aumento nas produtividades médias na zona do ensaio variam entre 92% e 35%.

As cartas de produtividade e humidade do grão apresentam um grande valor na tomada de decisão. Tanto os resultados obtidos da estatística descritiva da variabilidade, como pela interpretação dos padrões de variabilidade, fornecem ao agricultor uma mais valia no sentido em que facilitam a otimização na gestão das suas parcelas.

A AP mostra-se como uma grande ferramenta de gestão agrícola. Através da utilização das suas tecnologias conseguiu-se avaliar e encontrar os locais exatos que necessitam de uma gestão diferenciada, ou seja, os locais onde se deve atuar para que a variabilidade seja menor. No caso concreto deste estudo, tornou-se possível delimitar o/os locais mais problemáticos da parcela, e com isto, atuar de forma diferenciada, mais especificamente através da mobilização do solo. Deste modo, com a aplicação do fator de produção (passagem com chisel), apenas e só no local em que este é necessário, evitam-se gastos desnecessários contribuindo ainda para uma menor degradação do solo.

Deste modo deve-se proceder à identificação dos locais compactados e, somente nessas zonas, efetuar as devidas intervenções de descompactação. Assim, obtém-se uma poupança na energia e emissões, poupando ainda tempo e dinheiro, obtendo um resultado idêntico ao da intervenção na totalidade da parcela.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abendroth, L., Licht, M., Elmore, R., Boyer, M. e Marlay, S. (2011). *Corn growth and development*. Ames, Iowa: Iowa State University, University Extension.
- ADP Fertilizantes (2017). Obtido a 25 Agosto de 2017, de: <http://www.adp-fertilizantes.pt/>.
- Aguilar, D., Matias, J. e Streck, L. (2015). Geração de mapas de produtividade de milho (*Zea mays*) com índice de vegetação NDVI de imagens Landsat 8. *Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Brasil.
- Almeida, D. (1999). *Índices Bioclimáticos*. Dalmeida.com. Obtido a 9 de Junho de 2017, de: <http://dalmeida.com/ensino/indices.htm>.
- Alakukku, L. e Elonen, P. (1995). Long-term effects of a single compaction by heavy field traffic on yield and nitrogen uptake of annual crops. *Soil and Tillage Research*, 36, pp.141-152.
- Anderson, W. e Hamza, M. (2005). Soil compaction in cropping systems. *Soil and Tillage Research: A review of the nature, causes and possible solutions*, 82(2), pp.121-145.
- ANPROMIS (2017). *Associação Nacional de Produtores de Milho e Sorgo*. Lisboa. Obtido a 9 Agosto de 2017, de: <http://www.anpromis.pt/> [Acedido a].
- Barros, J. e Calado, J. (2011). *Descompactação do Solo, Preparação da Cama da Semente e Enterramento de Resíduos*. Évora: Escola De Ciências e Tecnologia Departamento de Fitotécnia., p.18.
- Barros, J. e Calado, J. 2014. *A Cultura do Milho*. Évora: Escola De Ciências e Tecnologia Departamento de Fitotecnica.
- Behn, J. (2012). *Comparison of Methods and Corn Root Types for Efficient Extraction of Endoparasitic Nematodes*. Dissertação de Mestrado. University of Nebraska-Lincoln.
- Bernardi, A., Fragalle, E. e Inamasu, R. (2011). Inovação tecnológica em Agricultura de Precisão. *Agricultura de Precisão*, pp.297-302.
- Braga, R. (2016). *Agricultura de Precisão para Eco-Intensificação*. Aparentamentos da disciplina de Engenharia e tecnologia agrícola.
- Braga, R. (2014). *Entrevista a Ricardo Braga | Portal Agronegócios.eu*. Obtido a 1 de Agosto de 2017, de: <http://www.agronegocios.eu/noticias/entrevista-a-ricardo-braga/>
- Braga, R. e Pinto, P. (2011). Agricultura de precisão: adopção & principais obstáculos. *Agrotec*, 1, pp.84-89.
- Branquinho, K., Furlani, C., Lopes, A., Grotta, D., Reis, G. e Silva, R. (2004). Subsolador: avaliação do desempenho em função da velocidade de trabalho e espaçamento entre hastes. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 26, pp.21-26.
- Brase, T., 2005. *Precision Agriculture*. Thomsom Delmar Learning, New York, USA. p.224.
- Brito, O., Tavares Filho, J., Richart, A., Llanillo, R. e Ferreira, R. (2005). Compactação do solo: causas e efeitos. *Ciências Agrárias*, 26, p.321.

- Brito Paes, V. (2011). *Análise da variabilidade espaço-temporal da produtividade de milho numa parcela na região da Golegã*. Dissertação de Mestrado. ISA-UTL, Lisboa.
- Cabrera, J. (2009). *Utilización de percepción remota como una herramienta de diseño de muestreo y zonificación para fertilización sitio específica de N en un cultivo de maíz (Zea mays indentata), aplicado en Agricultura Campesina*. Dissertação de Mestrado, Universidade Austral de Chile, Valdivia.
- Carvalho Filho, A., Centurion, J., Silva, R., Furlani, C. e Carvalho, L. (2007). Métodos de preparo do solo: alterações na rugosidade do solo. *Engenharia Agrícola*, 27, pp.229-237.
- Carvalho Cardoso, J. (1965). *Os solos de Portugal, sua classificação, caracterização e génese- 1- A sul do Rio Tejo*. Lisboa: Direção Geral dos Serviços Agrícolas, p.309.
- Carvalho, M. (2018). Evolução dos preços das matérias primas entre 2011 e 2017. *Ruminantes*, 28, pp.42-45.
- Castelo, R. (2009). *Análise das tecnologias utilizadas na cultura do milho na Lezíria de Vila Franca de Xira*. Dissertação de Mestrado. ISA-UTL, Lisboa.
- Chaves, R., Santos, P., Vieira, L. e Vieira, M. (1996). *Levantamento e Conservação do Solo*. Belém: FCAP. Serviço de Documentação e Informação, pp.176-177.
- Coelho, A. 2005. *Agricultura de precisão: manejo da variabilidade espacial e temporal dos solos e culturas*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo.
- Coelho, A., Faria, C., Cunha, T. e Junior, H. (2013). Agricultura de precisão mapeia colheita de grãos. *Campo & Negócios*, 10 (120), pp.36-40.
- Coelho, J. (2016). *A cultura do Milho (Zea mays L.)*. Apontamentos da disciplina de Ecologia de sistemas agro-pecuários.
- Coelho, J. e Silva, J. (2009). *Agricultura de Precisão*. Associação de Jovens Agricultores de Portugal, Lisboa, p.141.
- Coelho, J., Silva, L., Tristany, M., Neto, M. e Pinto, P. (2004). *Agricultura de Precisão*. Prefácio, Lisboa, p.106. Citado por Martins, A. (2015)
- Coimbra, J. (2017). *Últimos dias do ciclo. Despejar o solo*. [vídeo] Obtido a 25 de Agosto de 2017, de: <https://www.youtube.com/watch?v=JbwNhPR5sXY>.
- CONSULAI (2015). *O setor do milho em Portugal. Os fatores de produção da cultura do milho. Outras oportunidades para o setor*. Lisboa: Área de Mercados e Internacionalização, pp.36-37. Obtido a 15 Março de 2017, de: https://issuu.com/consulai/docs/o_setor_do_milho_e_os_seus_fatores_.
- Corazza, E., Hurtado, S., Resende, Á., Silva, C. e Shiratsuchi, L. (2008). *Agricultura de Precisão: possibilidades de manejo da adubação nitrogenada para milho no Cerrado*. Planaltina: Embrapa.
- Covão, S. (2016). Aplicação da Agricultura de Precisão na cultura do milho. *Agrotec*, 19, p.77.
- DGADR (2017). *Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural*. Obtido em 3 de Março de 2018, de: <http://www.dgadr.gov.pt/nota-explicativa>

- Elmore, R., Lenssen, A. e Licht, M. (2016). Corn (*Zea mays* L.) seeding rate optimization in Iowa, USA. *Precision Agriculture*, 18, pp.452-469.
- Estes, C. (2014). *Geographic Information Systems- Report to the Joint Legislative Oversight Committee on Information Technology*. Office of Information Technology Services, pp.2-6.
- Eurostat (2016). *Agricultural production - crops*. Luxembourg: Eurostat Agriculture, forestry and fishery statistics.
- Flores, H. (2014). Guia Técnica- *El cultivo del maíz*. El Salvador: Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova” (CENTA). Obtido a 21 de Agosto de 2017, de: <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/GuiaTecnica%20Maiz%202014.pdf>.
- Freire, E. (2015). Agricultura de Precisão- Gestão de Precisão. *Vida Rural*. Obtido a 5 de Março de 2018, de: <http://www.vidarural.pt/insights/gestao-de-precisao/>
- García, E. e Flego, F. (2008). Agricultura de Precisión. *Ciencia y Tecnología*, 8, pp.99-116.
- Gibbons, G., (2000), Turning a farm art into science-an overview of precision farming. Obtido a 25 Maio de 2017, de: www.precisionfarming.com.
- Gonçalves, P., Simões, J. e Ala, L. (2014). *A gestão florestal em prol da biodiversidade*. Samora Correia: Companhia das Lezírias, pp.1-12. Obtido a 9 de Setembro de 2017, de: http://www.cl.pt/Projecto_CL_Gestao_Florestal.pdf.
- Guiomar, P. (2011). *Avaliação do comportamento de cultivares de milho na presença da helmintosporiose causada por Exserohilum turcicum (Pass.) Leonard & Suggs*. Dissertação de Mestrado. ISA-UTL, Lisboa.
- Han, S., Hummel, J., Goering, C., e Cahn, M. (1994). Cell size for site-specific crop management. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, 37, pp.19-26. Citado por Penteado, M. (2014)
- Hillel, D., Krentos, V. e Stylianou, Y. (1972). Procedure and teste of na internal drainage method for measuring soil hydraulic charateristics *in situ*. *Soil Science*, 114, pp.395-400.
- INE (2016). *Estatísticas Agrícolas 2015*. Lisboa, Portugal: Instituto Nacional de Estatística, I.P.
- IPMA (2018). Instituto Português do Mar e da Atmosfera. Lisboa, Portugal.
- Johnson, L. (1991). Corn: prodution, processing and utilization. In: K. Lorenz e K. Kulp, *Hanbook of cereal science*. Marcel Dekkez, Inc, p.55.
- Jones, D. e Barnes, M. (2000). Fuzzy composite programming to combine remote sensing and crop models for decision support in precision crop management. *Agricultural Systems*, 65: 137-158.
- Kielen, N. e Tanji, K. (2002). *Agricultural drainage water management in arid and semi-arid áreas*. Roma: FAO, pp.34-45. Obtido a 21 de Fevereiro de 2018: <http://www.fao.org/3/a-ap103e.pdf>.
- Knies, A. (2010). *Temperatura e umidade de um solo franco arenosa cultivado com milho*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil.

- Magalhães, P. e Durães, F. (2002). Aspectos Fisiológicos do Milho para o Consumo Verde. In: I. Filho, ed., *O Cultivo do Milho Verde*, 1ª ed. Sete Lagoas-MG: Embrapa Milho e Sorgo, pp.51-69.
- Magalhães, P., Durães, F., Carneiro, N. e Paiva, E. (2002). *Fisiologia do Milho*. Sete Lagoas-MG: EMBRAPA- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
- Martini, A., Bragachini, M., Bianchini, A., Martellotto, E. e Méndez, A. (2013). *Percepción Remota*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria- INTA, pp.1-19.
- Martins, A. (2015). *Agricultura de Precisão em Pastagens- Avaliação quantitativa e qualitativa da variabilidade espacial de uma pastagem melhorada de sequeiro no Alentejo*. Dissertação de Mestrado. ISA-UTL, Lisboa.
- Miedema, R. (1997). Applications of Micromorphology of Relevance to Agronomy. In: *Advances in Agronomy*, 59ª ed. Elsevier, p.119.
- Milho amarelo (2017). *Primeiros campos a serem semeados*. [vídeo]. Obtido a 27 de Agosto de 2017, de: <http://milhoamarelo.pt/2017/03/20/primeiros-campos-serem-semeados-fev-2017-estado-da-cultura-cobertura/>.
- Morgan, M. e Ess, D. (1997). *The Precision-Farming guide for agriculturists*. John Deere & Company, Moline, Illinois, USA, p.117. Citado por Martins, A. (2015)
- Nafziger, E. (2009). Corn. In: *Illinois Agronomy Handbook*, 24ª ed. Illinois: University of Illinois at Urbana-Champaign, College of Agriculture, Cooperative Extension Service, pp.13-26.
- OGTR (2008). *The Biology of Zea mays L, ssp mays (maize or corn)*. Departement of Health and Ageing- Office of the Gene Technology Regulator. Austrália: Australian Government, pp.20-30.
- Parfitt, J. e Silva, C. (2004). Drenagem Superficial para Diversificação do Uso dos Solos de Várzea do Rio Grande do Sul. *Circular Tecnica*, 40, p.1.
- Pattenaude, G., Milne, R. e Dawson, T., (2005). Synthesis of remote sensing approaches for forest carbon estimation: reporting to the Kyoto Protocol. *Environmental Science & Policy*, 8, pp.161-178. Citado por Penteadó, M. (2014)
- Penteadó, M., 2014. *Utilização de imagens de alta resolução de Detecção Remota na gestão do montado de sobro*. Dissertação de Mestrado, ISA-UTL, Lisboa.
- Pierpaoli, E., Carli, G., Pignatti, E., e Canavari, M. (2013). Drivers of precision agriculture technologies adoption: A literature review. *Procedia Technology*, 8, pp.61-69.
- Pina Manique e Albuquerque, J. (1954). *Carta ecológica de Portugal*. Lisboa: Ministério da Economia.
- Plessis, J. (2003). *Maize production*. Tshwane: Department of Agriculture, pp.1-13. Obtido a 18 de Agosto de 2017, de: https://www.pssurvival.com/PS/Crops/Maize_Production_2003.pdf.
- Porte-Laborde, A. (2015). Syngenta convida especialista mundial na cultura do milho. In: *Jornadas Técnicas sobre “Maneio e Otimização da Cultura do Milho”*. Syngenta.

- Quelhas do Santos, J. (2012). *Fertilização: Fundamentos da utilização de adubos e corretivos*. 4ª ed. Mem Martins: Europa-América, Lda.
- Rabello, L. (2009). *Condutividade elétrica do solo, tópicos e equipamentos*. 1ª ed. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação Agropecuária, pp.10-17.
- Ritchie, S., Hanway, J. e Benson, G. (1986). *How a Corn Plant Develops*. Iowa: Iowa State University of Science and Technology, pp.3-18.
- Rodrigues, G., Paredes, P., Rosa, R., Silva, F. e Pereira, L. (2011). *Necessidades de água e produtividade económica da rega de milho em condições de escassez*. Lisboa: Centro de Engenharia dos Biosistemas, ISA-UTL.
- Sampaio, E. (2007). *Noções Básicas de Detecção Remota Fotogrametria e Foto-Interpretação em Pedologia*. Évora: Universidade de Évora- Departamento de Geociências.
- Santos, F. (1996). Os equipamentos de mobilização. Série Didática - *Ciências Aplicadas*, 63. UTAD, Vila Real, p.45.
- Schmaltz, R. (2017). *What is Precision Agriculture and How is Technology Enabling it?* AgFunderNews. Obtido a 31 de Agosto de 2017, de: <https://agfundernews.com/what-is-precision-agriculture.html>.
- Sentinel Hub (2017). [imagem] Obtido a 19 de Julho de 2017, de: <http://www.sentinel-hub.com/>
- Serrano, M. (2014). VRT – Tecnologias para aplicação diferenciada de fertilizantes em pastagens. *Voz do Campo*, 171, pp.19-20.
- Silva, M., Ferreira, W., de Andrade, V. e da Costa, J. (2016). Influência das condições microclimáticas no crescimento do milho BR 106, cultivado sob sementeira direta. *Revista de Ciências Agrárias*, 39, pp.383-394.
- Sindelar, A. (2017). *Corn Growth & Development | Corn | Crop Production | Agronomy | Kansas State University*. Agronomy.k-state.edu. Obtido 13 de Agosto de 2017, de: <http://www.agronomy.k-state.edu/extension/crop-production/corn/corn-growth-and-development.html>.
- Stoskopf, N. (1985). Corn. In: *Cereal grain crops*. Reston Publishing company, Inc, pp.351-358.
- Trevisan, R. e Molin, J. (2014). *Agricultura de Precisão- Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para Agricultura de Precisão*. Piracicaba - São Paulo: Laboratório de Agricultura de Precisão, pp.1-5.
- Uate, J. (2013). *Épocas de semeadura do milho e distribuição espacial de plantas*. Dissertação de Mestrado. UFLA, Lavras.
- Ubierna, C. (2001). Agricultura de precisión: conceptos y situación actual. *Vida Rural*, 136, pp.58-62.
- USDA (2017). *Coarse Grains: World Markets and Trade*. Washington: Global Commodity Analysis Division, Office of Global Analysis, Foreign Agricultural Service, USDA. Obtido a 10 de Maio de 2017, de: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/grain-corn-coarsegrains.pdf>.
- Ams.usda.gov. (2018). *Agricultural Marketing Service*. Obtido a 10 de Maio de 2017, de: <https://www.ams.usda.gov/>

- Vasconcellos e Souza, L. (2015). *A produção de milho em Portugal*. Agronegocios.eu. Obtido a 5 de Abril de 2017, de: <http://www.agronegocios.eu/noticias/a-producao-de-milho-em-portugal/>.
- Veroustraete, F. (2015). The Rise of the Drones in Agriculture. *EC Agriculture*, 2, pp.325-327.
- Watson, S., Segarra, E., Machado, S., Bynum, E., Archer, T. e Bronson, K. (2003). *Precision Farming in Irrigated Corn Production: An Economic Perspective*. Selected Paper prepared for presentation at the Southern Agricultural Economics Association Annual Meeting, Mobile, Alabama, Fevereiro, 2003.
- Zarco-Tejada, P., Hubbard, N. e Loudjani, P. (2014). Precision Agriculture: An Opportunity for EU Farmers—Potential Support with the CAP 2014-2020. *Joint Research Centre (JRC) of the European Commission*.
- Zhang, N., Wang, M. e Wang, N. (2002). Precision agriculture - a worldwide overview. *Computers and Electronics in Agriculture*, 36, pp.113-132. Citado por Martins, A. (2015)

7. ANEXOS

I. Dados Climáticos ano 2017

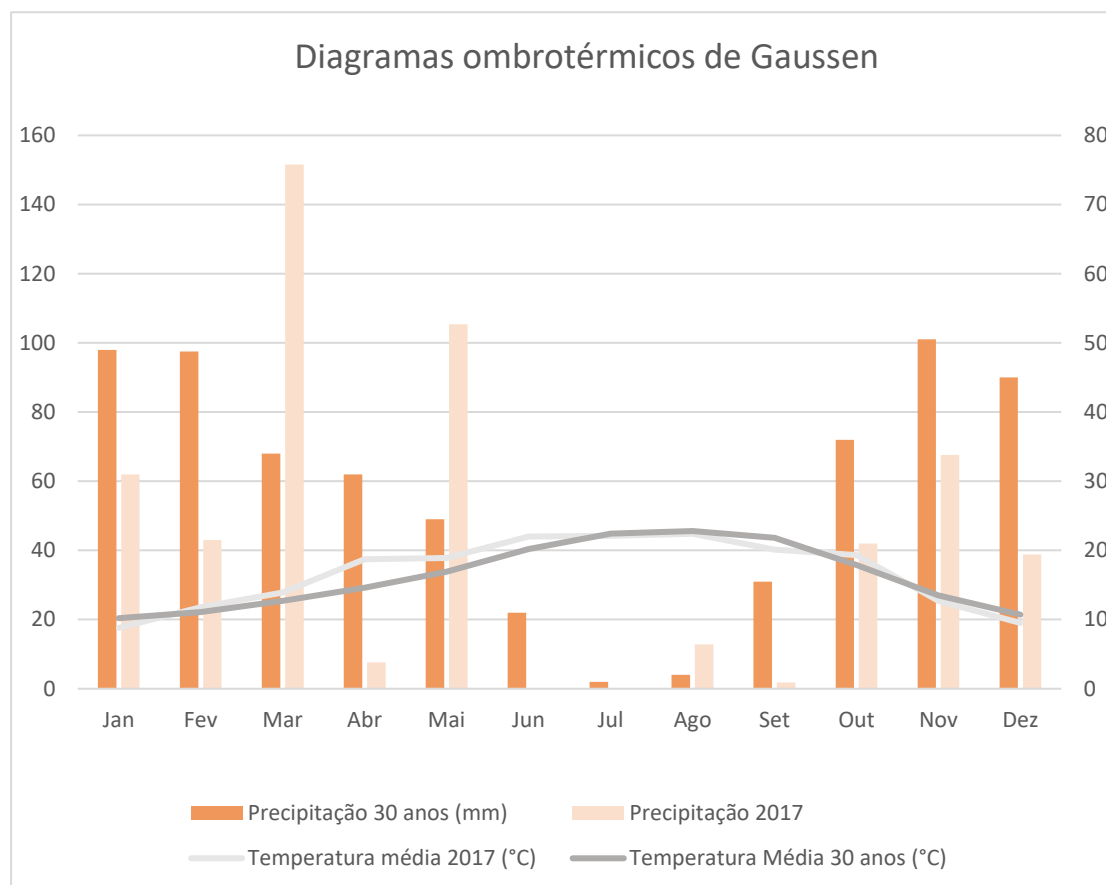
Estação Meteorológica da Terra Velha											
Período: 01-01-2017 a 31-12-2017											
Data	Radiação Solar [W/m²]	Precipitação [mm]	Velocidade do Vento [m/sec]		Temperatura do Ar [°C]			Humidade Relativa [%]			Eto [mm]
	Média	Somatório	Média	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média
01-01-2017	57,5	0,2	0,8	3,0	6,4	2,7	10,2	96,2	84,2	100,0	0,5
02-01-2017	20,6	3,2	1,2	2,9	12,0	6,2	14,7	95,0	81,5	100,0	0,6
03-01-2017	51,2	7,2	0,6	1,9	14,7	13,3	17,7	100,0	100,0	100,0	0,6
04-01-2017	42,8	0,0	0,2	2,1	13,3	10,9	16,1	100,0	100,0	100,0	0,5
05-01-2017	26,4	0,4	0,1	1,7	10,6	9,7	12,9	100,0	100,0	100,0	0,5
06-01-2017	100,8	0,0	0,8	3,1	9,9	7,0	15,1	98,0	82,8	100,0	0,6
07-01-2017	98,1	0,4	0,4	2,3	8,1	3,0	15,1	93,4	68,7	100,0	0,6
08-01-2017	93,7	0,4	0,5	3,0	6,8	1,6	14,6	92,3	55,0	100,0	0,7
09-01-2017	100,3	0,4	0,3	1,9	6,7	-1,1	17,0	88,2	51,5	100,0	0,6
10-01-2017	77,9	0,0	2,6	6,2	12,1	6,7	16,4	92,5	79,2	100,0	0,9
11-01-2017	106,1	0,0	1,5	3,9	13,3	9,8	19,7	90,3	62,2	100,0	1,2
12-01-2017	46,3	0,4	0,2	2,5	10,7	8,4	14,4	99,9	96,0	100,0	0,5
13-01-2017	114,0	0,6	1,8	5,3	10,7	7,2	14,1	82,1	53,3	100,0	1,1
14-01-2017	110,5	0,0	0,9	4,4	7,2	0,9	13,6	79,4	39,1	100,0	0,9
15-01-2017	110,0	0,0	0,5	2,3	6,4	0,0	14,9	84,9	38,8	100,0	0,8
16-01-2017	109,9	0,4	0,2	1,6	6,1	-1,4	16,1	88,9	46,4	100,0	0,6
17-01-2017	109,4	0,2	0,3	1,9	7,2	-0,5	18,1	89,6	47,1	100,0	0,7
18-01-2017	118,4	0,0	1,1	3,5	4,9	-0,4	9,8	63,8	25,6	100,0	1,0
19-01-2017	116,5	0,4	0,9	3,6	2,6	-3,9	11,7	73,0	32,8	100,0	1,0
20-01-2017	107,5	0,2	0,2	1,7	3,4	-4,7	12,5	83,3	44,3	100,0	0,6
21-01-2017	112,6	0,2	0,4	2,2	5,9	-0,6	15,4	86,2	46,8	100,0	0,8
22-01-2017	102,9	0,2	0,8	4,2	6,1	-0,8	14,7	89,2	50,4	100,0	0,9
23-01-2017	117,8	0,2	0,9	4,7	7,7	0,7	15,5	82,0	38,9	100,0	1,1
24-01-2017	117,6	0,0	0,2	2,0	6,6	-1,4	16,5	86,7	34,8	100,0	0,7
25-01-2017	87,3	0,2	0,1	1,7	4,9	-1,3	13,2	98,7	85,0	100,0	0,6
26-01-2017	14,8	25,2	1,1	3,4	10,6	8,2	12,3	99,2	93,2	100,0	0,5
27-01-2017	108,2	4,2	2,2	7,7	9,9	6,5	14,7	92,1	68,0	100,0	1,0
28-01-2017	71,4	0,8	1,2	3,9	9,6	3,6	15,3	98,3	83,7	100,0	0,7
29-01-2017	58,9	0,4	1,7	6,2	13,0	9,8	17,0	99,7	93,9	100,0	0,7
30-01-2017	62,8	0,0	1,2	5,0	13,1	11,1	16,8	98,1	77,7	100,0	0,8
31-01-2017	17,4	16,2	0,2	3,4	11,6	10,0	13,1	100,0	100,0	100,0	0,5
01-02-2017	95,8	1,2	2,1	5,3	12,2	6,6	15,9	95,8	74,0	100,0	1,1
02-02-2017	62,7	5,4	2,9	6,9	14,0	10,7	16,3	93,7	68,3	100,0	1,1
03-02-2017	39,6	2,8	4,3	5,9	14,5	12,1	15,8	98,0	87,0	100,0	0,7
04-02-2017	29,8	5,4	3,3	6,5	15,0	13,2	16,4	99,6	89,7	100,0	0,6
05-02-2017	133,6	0,2	3,1	7,4	12,8	7,1	15,8	80,4	53,2	100,0	1,7
06-02-2017	135,1	0,2	1,7	5,8	10,7	4,4	17,6	96,7	79,5	100,0	1,2
07-02-2017	103,3	5,8	1,9	5,5	12,9	8,3	15,9	91,4	54,5	100,0	1,4
08-02-2017	151,1	0,0	0,6	2,9	9,6	4,1	15,9	81,7	45,0	100,0	1,3
09-02-2017	103,6	2,6	1,1	9,1	7,0	1,5	15,0	95,0	62,7	100,0	1,1
10-02-2017	59,8	5,2	0,5	2,8	7,0	4,2	9,9	99,2	89,0	100,0	0,7
11-02-2017	54,5	3,2	1,3	4,2	8,4	4,1	12,6	97,8	78,8	100,0	0,8
12-02-2017	95,5	1,4	1,4	5,9	11,6	9,6	15,0	97,9	83,4	100,0	1,0
13-02-2017	130,4	0,8	1,6	6,4	11,7	7,5	16,4	93,0	63,5	100,0	1,4
14-02-2017	126,7	3,8	1,5	5,0	13,1	10,3	17,6	96,7	82,6	100,0	1,3
15-02-2017	130,7	0,4	0,6	2,3	12,1	7,0	18,4	90,5	60,0	100,0	1,4
16-02-2017	157,2	0,2	0,7	2,3	12,5	6,2	20,1	83,4	48,1	100,0	1,6
17-02-2017	145,4	0,2	0,6	2,1	11,6	5,9	19,2	87,3	51,7	100,0	1,5
18-02-2017	96,3	1,0	1,0	4,2	10,5	4,8	17,0	94,8	65,8	100,0	1,2
19-02-2017	156,2	1,0	1,2	5,4	11,2	5,1	18,8	85,4	52,8	100,0	1,7
20-02-2017	173,5	1,2	2,1	6,7	11,5	5,0	19,3	76,9	39,1	100,0	2,4
21-02-2017	147,6	0,0	1,5	4,4	12,3	6,5	19,6	69,7	35,1	99,9	2,2
22-02-2017	157,8	0,0	1,3	3,9	12,8	6,8	20,2	73,3	40,5	95,3	2,1
23-02-2017	135,9	0,0	1,9	4,6	12,7	7,9	18,4	89,2	68,6	100,0	1,7
24-02-2017	173,6	0,0	2,5	4,9	13,5	8,5	17,8	90,8	71,7	100,0	1,9
25-02-2017	109,9	0,2	0,8	3,5	10,4	4,7	16,3	96,1	83,1	100,0	1,2
26-02-2017	101,9	0,0	0,5	2,4	12,6	10,3	16,1	93,9	75,2	100,0	1,2
27-02-2017	94,1	0,6	0,8	3,2	12,9	10,2	16,1	92,4	67,9	100,0	1,3
28-02-2017	96,6	0,2	1,0	3,3	12,2	8,4	16,1	94,5	76,5	100,0	1,2
01-03-2017	83,6	0,0	0,1	1,7	12,3	8,4	16,9	94,5	61,8	100,0	1,1
02-03-2017	175,3	0,2	0,4	2,5	11,6	5,1	18,1	90,8	57,4	100,0	1,7
03-03-2017	98,3	58,4	2,4	8,0	9,5	5,3	13,0	95,2	72,7	100,0	1,2
04-03-2017	161,3	14,4	1,5	4,5	10,4	6,3	15,6	93,0	63,9	100,0	1,8
05-03-2017	82,4	1,0	1,3	3,8	15,0	12,3	17,8	99,4	91,5	100,0	1,1
06-03-2017	126,0	0,0	1,0	3,6	14,2	10,2	18,1	99,3	93,4	100,0	1,4
07-03-2017	217,3	0,4	1,4	3,4	15,3	9,9	23,0	90,1	60,9	100,0	2,6
08-03-2017	218,2	0,4	0,6	2,9	14,2	6,7	24,1	88,1	47,9	100,0	2,5
09-03-2017	226,4	0,4	0,4	2,3	16,5	7,2	28,5	79,2	29,9	100,0	2,6
10-03-2017	225,0	0,4	0,3	1,8	15,3	7,3	25,4	86,9	47,7	100,0	2,5
11-03-2017	203,0	0,2	1,9	6,3	13,9	8,4	19,8	89,7	66,4	100,0	2,3
12-03-2017	217,8	1,8	3,1	7,7	13,7	10,6	17,9	78,0	47,7	100,0	2,9
13-03-2017	251,7	0,0	2,7	5,3	12,7	8,7	18,6	65,1	35,6	88,1	3,5
14-03-2017	89,5	0,0	1,6	4,9	13,7	7,9	18,6	69,5	51,7	92,9	1,9
15-03-2017	239,4	0,6	1,3	4,1	16,2	11,4	23,7	66,3	33,7	90,9	3,2
16-03-2017	227,0	0,0	1,1	2,9	14,4	7,1	22,5	68,2	28,1	100,0	2,8
17-03-2017	209,7	0,0	1,3	3,3	15,4	10,4	20,4	63,6	39,2	95,6	2,7
18-03-2017	500,8	0,0	1,3	3,2	18,8	6,1	29,1	46,3	20,2	100,0	5,1
19-03-2017	435,3	0,0	2,1	4,9	16,3	9,8	23,4	78,6	49,8	100,0	4,6
20-03-2017	402,1	0,0	4,0	6,9	14,6	10,7	17,8	73,7	58,0	93,0	3,9
21-03-2017	292,1	0,0	3,5	6,5	14,6	8,8	17,7	75,1	50,3	100,0	3,2
22-03-2017	252,7	24,4	3,5	7,7	11,0	5,7	14,9	84,1	55,4	100,0	2,5
23-03-2017	279,9	13,6	1,9	5,6	8,7	4,5	13,0	87,7	60,4	100,0	2,4
24-03-2017	262,0	8,4	0,8	3,8	10,0	4,4	14,5	86,1	59,0	100,0	2,4
25-03-2017	369,1	0,0	1,8	4,5	11,7	7,7	15,8	85,0	63,3	100,0	3,3
26-03-2017	54,5	20,2	0,6	3,5	10,6	8,7	11,9	100,0	100,0	100,0	0,8
27-03-2017	217,4	6,6	1,1	3,5	14,1	9,0	17,6	93,1	69,1	100,0	2,5
28-03-2017	404,1	0,2	0,6	2,0	15,2	10,3	20,1	84,6	56,0	100,0	4,2
29-03-2017	553,1	0,0	0,4	1,7	17,3	8,5	23,4	77,5	53,9	100,0	5,7
30-03-2017	438,3	0,0	0,9	2,9	17,4	10,2	22,5	81,5	54,2	100,0	4,7
31-03-2017	465,1	0,0	1,2	2,9	16,1	11,0	20,6	76,2	49,7	100,0	4,9

01-04-2017	432,4	0,0	2,1	3,5	15,1	9,7	18,7	73,5	44,0	100,0	4,5
02-04-2017	505,9	0,2	1,2	3,2	16,6	8,4	22,4	65,5	34,3	100,0	5,3
03-04-2017	525,6	1,2	1,6	3,2	18,7	9,7	25,0	61,7	30,7	100,0	6,0
04-04-2017	552,8	0,0	1,3	3,3	20,1	11,8	26,0	64,2	40,4	100,0	6,4
05-04-2017	560,1	0,0	1,8	3,6	21,2	10,0	26,4	47,9	27,1	100,0	6,6
06-04-2017	580,5	0,0	2,1	4,3	20,7	12,9	25,0	41,9	26,7	71,0	6,9
07-04-2017	568,6	0,0	1,0	3,0	21,3	11,1	27,9	52,2	27,4	100,0	6,6
08-04-2017	565,3	0,0	0,5	2,7	21,0	9,5	27,9	57,5	30,4	100,0	6,3
09-04-2017	531,5	0,0	0,5	1,6	21,7	10,9	28,1	50,0	24,9	100,0	6,1
10-04-2017	452,7	0,0	0,4	3,2	21,2	11,4	27,8	57,2	30,3	100,0	5,5
11-04-2017	401,2	0,0	0,3	4,4	21,1	8,6	31,7	58,4	19,0	100,0	4,9
12-04-2017	391,7	0,0	0,2	1,7	20,2	8,4	29,9	68,6	28,7	100,0	4,7
13-04-2017	382,1	0,2	1,1	3,5	17,2	10,2	21,9	83,0	54,9	100,0	4,5
14-04-2017	271,7	0,0	0,8	3,3	16,7	10,4	23,7	81,3	47,5	100,0	3,6
15-04-2017	359,3	0,2	0,6	2,6	18,2	11,7	23,7	72,2	43,0	100,0	4,5
16-04-2017	371,1	0,0	0,3	3,3	18,1	9,2	27,2	72,7	34,6	100,0	4,5
17-04-2017	358,1	0,8	0,1	2,3	19,6	8,9	29,4	62,3	16,1	100,0	4,3
18-04-2017	294,9	0,0	1,2	5,0	20,8	15,3	26,2	59,3	42,4	78,8	4,5
19-04-2017	415,5	0,0	1,4	4,2	22,1	13,8	28,6	63,7	31,9	100,0	5,8
20-04-2017	358,0	0,0	0,0	0,2	23,0	14,0	29,5	54,1	34,0	100,0	4,7
21-04-2017	403,8	1,0	0,2	1,5	21,2	12,5	27,7	47,8	26,2	83,8	4,9
22-04-2017	263,6	0,0	0,2	3,0	18,6	10,4	28,1	65,1	30,0	100,0	3,6
23-04-2017	294,3	0,0	0,5	3,4	19,1	12,2	28,0	62,9	25,9	90,5	4,2
24-04-2017	301,5	0,0	0,5	3,6	17,4	10,0	26,7	78,2	36,2	100,0	4,1
25-04-2017	199,6	0,0	0,7	3,5	15,7	11,4	21,6	81,6	56,5	100,0	2,8
26-04-2017	195,5	0,0	0,5	3,4	13,4	8,1	18,3	77,9	45,1	100,0	2,6
27-04-2017	335,0	0,0	0,5	3,1	14,7	7,6	23,6	58,2	25,2	100,0	4,1
28-04-2017	282,3	0,0	0,1	2,0	16,6	8,1	26,5	49,3	31,8	94,3	3,6
29-04-2017	269,0	0,0	0,9	4,0	14,4	8,3	20,6	77,5	44,5	100,0	3,5
30-04-2017	260,0	4,0	2,0	6,1	14,8	8,7	18,6	77,1	49,2	100,0	3,4
01-05-2017	354,0	0,0	0,2	2,5	13,2	5,3	22,4	72,8	32,0	100,0	4,0
02-05-2017	359,8	0,0	0,2	3,3	16,4	6,0	27,2	60,3	17,8	100,0	4,4
03-05-2017	337,5	0,0	0,1	2,6	19,4	7,8	33,2	54,4	22,5	84,5	4,4
04-05-2017	248,8	0,0	1,0	4,7	17,9	12,7	24,6	79,6	48,0	94,7	3,8
05-05-2017	219,6	13,6	1,1	4,1	15,7	11,3	20,5	87,6	56,0	100,0	3,1
06-05-2017	304,9	0,6	0,6	3,1	15,8	9,7	22,4	85,2	51,1	100,0	4,0
07-05-2017	363,0	0,2	0,4	4,5	19,1	10,7	29,5	71,7	29,0	100,0	5,0
08-05-2017	354,9	0,0	0,3	2,0	19,4	10,5	28,6	75,2	36,6	100,0	4,9
09-05-2017	291,2	0,0	1,4	5,7	17,4	12,4	22,9	87,6	44,4	100,0	4,2
10-05-2017	134,9	10,4	1,4	5,2	16,5	13,6	19,4	97,4	83,5	100,0	1,9
11-05-2017	247,0	8,6	3,0	6,1	16,6	13,1	20,8	91,5	70,8	100,0	3,2
12-05-2017	208,1	26,2	1,8	4,2	16,9	13,4	21,7	91,5	65,9	100,0	3,1
13-05-2017	257,8	0,2	1,3	4,1	16,5	11,3	21,1	88,2	64,4	100,0	3,5
14-05-2017	250,8	0,6	0,7	2,7	18,2	12,3	24,0	89,3	62,9	100,0	3,6
15-05-2017	296,3	0,2	0,3	2,3	21,1	14,3	29,3	78,3	39,6	100,0	4,5
16-05-2017	315,3	0,0	0,7	4,3	23,2	16,7	33,5	70,4	29,1	100,0	5,3
17-05-2017	336,2	0,0	1,6	4,5	20,1	15,0	26,1	73,5	51,8	88,7	5,1
18-05-2017	348,6	0,0	2,1	4,6	16,4	12,9	20,6	65,0	39,1	86,6	4,9
19-05-2017	383,8	0,0	1,7	5,0	16,1	10,4	22,6	65,9	37,8	92,3	5,2
20-05-2017	381,7	0,0	0,3	2,1	20,4	9,9	32,6	62,9	19,3	100,0	5,3
21-05-2017	321,5	0,0	0,8	4,2	22,0	16,5	30,1	70,3	33,4	100,0	5,2
22-05-2017	368,5	0,0	0,8	3,5	21,3	16,9	27,1	73,9	40,8	100,0	5,6
23-05-2017	371,3	0,8	0,8	4,6	23,6	14,6	34,6	68,0	25,9	100,0	6,2
24-05-2017	356,4	0,2	0,6	4,2	23,8	17,0	33,4	68,4	32,4	100,0	5,8
25-05-2017	358,5	0,0	0,9	4,4	23,3	17,3	33,8	71,7	31,8	100,0	6,0
26-05-2017	181,8	0,8	0,6	2,9	19,1	14,9	24,9	87,5	58,0	100,0	3,0
27-05-2017	196,5	0,0	0,6	2,5	18,9	14,0	25,1	87,9	63,3	100,0	3,1
28-05-2017	250,2	5,8	1,5	5,3	19,6	16,1	26,0	86,5	47,8	100,0	4,2
29-05-2017	236,8	2,8	0,6	4,1	19,2	15,6	24,6	90,2	68,6	100,0	3,6
30-05-2017	393,0	34,2	1,1	2,7	19,3	13,1	25,3	78,9	49,5	100,0	5,6
31-05-2017	387,5	0,2	1,3	4,1	19,6	15,0	25,7	85,1	61,1	100,0	5,5
01-06-2017	386,4	0,0	1,1	5,5	19,4	13,4	27,6	80,9	48,9	100,0	5,7
02-06-2017	387,0	0,0	1,1	3,8	19,3	12,1	27,6	77,2	43,3	100,0	5,7
03-06-2017	370,1	0,0	2,1	3,5	18,6	15,4	22,6	69,0	46,5	88,2	5,4
04-06-2017	396,5	0,0	2,1	4,6	18,3	15,2	22,5	68,7	47,0	88,4	5,7
05-06-2017	392,3	0,0	1,6	5,0	19,2	13,1	25,1	72,0	36,9	100,0	5,8
06-06-2017	335,1	0,0	1,3	3,0	19,5	15,1	25,5	75,1	43,5	100,0	5,1
07-06-2017	397,7	0,0	0,7	3,0	23,0	13,4	35,0	56,0	20,4	99,4	6,4
08-06-2017	299,8	0,0	0,9	3,5	21,1	14,9	27,2	58,1	37,2	98,0	4,8
09-06-2017	356,1	0,0	0,8	2,7	21,3	16,5	27,8	70,6	29,3	100,0	5,5
10-06-2017	377,2	0,0	0,8	3,3	22,1	15,1	31,2	66,4	26,8	99,4	6,0
11-06-2017	396,7	0,0	1,2	3,1	22,1	16,2	29,8	74,4	43,3	100,0	6,3
12-06-2017	375,3	0,0	0,7	3,6	23,2	14,8	34,6	72,9	38,4	100,0	6,3
13-06-2017	351,1	0,0	0,7	3,2	24,2	17,6	34,9	71,4	31,6	100,0	6,0
14-06-2017	369,0	0,0	0,8	3,5	22,4	16,6	30,8	81,3	46,9	100,0	6,0
15-06-2017	390,6	0,0	1,0	3,4	22,0	14,9	30,7	72,9	39,9	100,0	6,2
16-06-2017	377,6	0,0	0,4	1,9	25,0	15,5	37,1	69,8	33,4	100,0	6,3
17-06-2017	377,3	0,0	0,2	2,4	29,5	19,2	41,8	52,3	16,5	89,6	6,4
18-06-2017	325,4	0,0	0,4	2,7	28,7	20,3	40,2	57,5	21,7	100,0	5,9
19-06-2017	374,5	0,0	0,3	4,1	28,2	18,8	42,1	67,3	21,6	100,0	6,6
20-06-2017	374,8	0,0	0,9	3,7	26,8	19,3	35,9	73,4	33,2	100,0	6,7
21-06-2017	291,6	0,0	1,2	3,4	23,2	18,8	29,8	84,1	54,4	100,0	5,0
22-06-2017	389,4	0,0	0,9	3,7	21,7	15,3	29,2	77,0	43,1	100,0	6,0
23-06-2017	382,6	0,0	0,8	3,3	22,7	16,6	31,2	70,1	35,4	100,0	6,1
24-06-2017	244,2	0,0	0,8	3,2	21,0	16,3	26,8	68,6	49,0	88,0	4,0
25-06-2017	201,3	0,0	0,7	3,1	20,3	16,6	27,6	78,9	41,8	100,0	3,5
26-06-2017	186,8	0,0	0,4	3,2	20,0	15,0	27,4	82,2	45,9	100,0	3,1
27-06-2017	312,1	0,0	1,1	3,9	20,8	15,0	27,5	80,0	48,9	100,0	4,9
28-06-2017	324,7	0,0	1,8	4,4	20,7	15,8	26,4	78,7	44,6	100,0	5,2
29-06-2017	268,5	0,0	1,4	4,3	18,4	13,4	24,0	72,2	44,8	100,0	4,2
30-06-2017	358,3	0,0	1,5	3,9	18,3	13,6	23,9	69,4	38,4	98,5	5,2

01-07-2017	406,6	0,0	1,6	3,5	19,8	12,5	27,9	59,5	26,6	91,2	6,3
02-07-2017	401,8	0,0	0,8	2,4	23,3	12,6	34,4	58,8	19,2	100,0	6,4
03-07-2017	397,4	0,0	0,8	3,5	25,7	13,9	38,8	54,0	17,4	100,0	6,9
04-07-2017	373,8	0,0	1,1	3,3	23,4	16,7	33,4	71,9	26,6	100,0	6,5
05-07-2017	230,4	0,0	0,8	3,0	20,0	15,2	25,4	80,8	53,2	100,0	3,7
06-07-2017	302,9	0,0	0,9	3,8	20,2	14,4	25,9	81,2	48,3	100,0	4,6
07-07-2017	371,5	0,0	1,2	4,0	20,7	13,9	27,0	80,5	52,1	100,0	5,5
08-07-2017	177,2	0,0	1,3	3,5	20,5	18,7	24,4	87,6	68,5	98,6	3,0
09-07-2017	365,2	0,0	1,3	3,6	21,4	17,3	27,6	76,7	47,7	97,1	5,7
10-07-2017	371,5	0,0	1,4	3,3	20,3	15,9	26,9	79,1	51,9	100,0	5,6
11-07-2017	394,5	0,0	1,4	2,9	22,3	16,0	31,2	64,1	26,1	93,8	6,6
12-07-2017	387,5	0,0	1,1	2,4	25,2	18,3	34,6	68,8	38,6	100,0	6,8
13-07-2017	355,0	0,0	0,8	2,7	24,8	17,5	34,1	68,6	35,3	100,0	6,1
14-07-2017	396,5	0,0	1,0	3,4	23,4	16,9	33,0	71,8	36,7	100,0	6,6
15-07-2017	391,3	0,0	0,7	3,0	22,9	14,1	33,9	75,7	36,2	100,0	6,3
16-07-2017	376,8	0,0	0,7	2,9	22,9	13,0	34,5	73,1	30,9	100,0	6,1
17-07-2017	353,4	0,0	0,8	3,2	21,5	13,0	32,1	78,4	33,5	100,0	5,7
18-07-2017	275,9	0,0	1,1	3,3	21,0	15,2	28,2	81,9	48,1	100,0	4,5
19-07-2017	244,6	0,0	1,0	3,3	21,8	17,3	28,5	78,0	47,0	98,4	4,2
20-07-2017	339,3	0,0	1,4	3,5	19,3	15,2	24,6	71,6	42,2	100,0	5,1
21-07-2017	375,5	0,0	1,9	3,3	19,9	15,6	25,2	68,1	44,1	91,9	5,7
22-07-2017	373,5	0,0	1,3	2,9	21,2	15,9	28,3	73,9	45,7	100,0	5,8
23-07-2017	378,6	0,0	1,8	3,8	21,5	14,8	28,7	71,2	39,0	100,0	6,1
24-07-2017	379,0	0,0	1,9	3,5	22,1	18,1	28,3	75,0	47,0	98,0	6,1
25-07-2017	373,5	0,0	1,2	3,2	23,6	15,6	34,9	64,8	28,1	100,0	6,5
26-07-2017	370,8	0,0	1,0	3,2	24,3	16,8	33,9	61,8	31,2	100,0	6,3
27-07-2017	380,2	0,0	1,2	3,2	21,7	15,3	30,1	77,4	47,5	100,0	5,9
28-07-2017	372,9	0,0	1,1	2,6	24,4	18,0	33,6	74,9	37,1	100,0	6,4
29-07-2017	355,5	0,0	1,2	4,8	23,6	18,6	33,2	80,2	38,0	100,0	6,2
30-07-2017	358,3	0,0	1,2	3,2	22,5	17,2	29,7	73,9	33,3	100,0	5,8
31-07-2017	202,0	0,0	0,8	2,3	19,0	12,6	24,9	76,9	47,8	100,0	3,2
01-08-2017	362,0	0,0	1,1	4,5	20,5	14,5	27,8	71,2	35,7	100,0	5,5
02-08-2017	367,1	0,0	0,9	2,8	21,2	12,8	29,7	70,3	27,8	100,0	5,6
03-08-2017	352,7	0,0	0,9	2,9	24,3	16,4	33,1	67,7	36,0	100,0	5,9
04-08-2017	359,0	0,0	1,1	2,6	25,3	19,5	33,7	70,5	32,5	100,0	6,3
05-08-2017	365,6	0,0	1,6	3,3	22,7	18,1	28,7	77,8	40,8	100,0	5,8
06-08-2017	361,3	0,0	1,1	3,6	22,4	15,3	32,9	70,9	33,3	100,0	6,0
07-08-2017	330,3	0,0	1,1	3,0	19,8	14,2	27,3	78,7	44,8	100,0	5,0
08-08-2017	360,9	0,0	2,0	3,7	19,7	15,2	26,6	65,9	34,8	92,3	5,8
09-08-2017	355,3	0,0	2,0	4,1	19,4	15,1	24,6	63,3	38,6	89,1	5,4
10-08-2017	324,7	0,0	1,0	2,9	21,0	11,4	32,0	53,5	15,6	97,1	5,4
11-08-2017	350,3	0,0	0,6	2,0	23,6	11,9	35,8	50,5	13,8	97,4	5,5
12-08-2017	340,0	0,0	0,4	3,1	25,0	13,2	38,5	46,2	12,3	89,0	5,2
13-08-2017	302,5	0,0	0,5	3,4	24,0	14,3	36,5	58,1	23,1	100,0	4,9
14-08-2017	335,3	0,0	0,8	3,8	21,5	13,2	32,2	74,5	36,1	100,0	5,3
15-08-2017	327,4	0,0	1,1	2,9	21,7	15,7	30,5	72,1	24,0	100,0	5,3
16-08-2017	337,5	0,0	1,2	3,5	22,3	16,0	31,1	63,6	29,6	88,4	5,6
17-08-2017	334,1	0,0	1,6	4,8	24,4	18,8	34,9	70,7	33,7	97,5	6,3
18-08-2017	337,5	0,0	1,5	3,3	23,5	17,2	30,6	70,1	45,4	99,1	5,5
19-08-2017	334,6	0,0	1,3	4,0	24,2	17,3	32,6	65,1	38,5	98,5	5,7
20-08-2017	323,0	0,0	0,8	3,3	25,3	16,2	38,0	65,8	27,4	100,0	5,6
21-08-2017	306,6	0,0	0,9	3,1	25,9	17,4	35,7	74,0	36,5	100,0	5,4
22-08-2017	270,2	0,0	0,6	4,0	24,2	17,9	35,0	79,3	39,6	100,0	4,7
23-08-2017	307,7	0,0	0,9	3,9	22,6	16,2	32,2	75,2	36,6	100,0	5,0
24-08-2017	311,8	0,0	0,8	3,5	21,7	16,3	30,8	75,2	35,2	100,0	4,9
25-08-2017	315,7	0,0	0,5	3,4	21,2	12,6	33,2	66,5	19,5	100,0	4,6
26-08-2017	289,3	0,0	0,8	3,5	22,8	15,9	32,7	66,3	26,7	97,1	4,7
27-08-2017	267,5	0,0	0,8	4,8	21,5	16,5	29,0	78,8	43,1	100,0	4,2
28-08-2017	141,8	12,2	0,5	3,5	19,2	16,3	24,0	93,2	65,2	100,0	2,3
29-08-2017	204,4	0,4	0,7	4,1	19,7	15,3	26,3	88,3	55,0	100,0	3,2
30-08-2017	281,0	0,2	0,8	3,8	20,7	14,6	29,3	82,2	45,7	100,0	4,2
31-08-2017	305,6	0,0	1,0	4,8	21,7	15,7	30,8	74,1	37,9	100,0	4,8
01-09-2017	310,8	0,0	1,2	4,1	22,0	15,8	32,2	65,7	31,4	99,6	5,1
02-09-2017	315,7	0,0	0,7	2,9	23,0	12,8	35,5	55,3	15,6	100,0	4,9
03-09-2017	300,3	0,0	0,8	3,8	20,9	13,5	29,9	61,5	19,0	97,9	4,5
04-09-2017	240,0	0,4	0,9	3,5	21,8	15,9	28,4	83,1	46,9	100,0	3,8
05-09-2017	292,8	0,0	1,2	3,9	22,7	17,1	30,2	73,8	44,6	100,0	4,7
06-09-2017	286,6	0,4	1,0	3,8	23,1	17,4	32,8	71,6	35,0	100,0	4,8
07-09-2017	283,8	0,0	0,6	2,7	23,9	14,8	35,8	58,1	16,0	100,0	4,4
08-09-2017	293,8	0,0	1,3	4,4	20,5	14,2	28,7	62,5	31,6	95,6	4,6
09-09-2017	235,4	0,0	1,6	3,8	20,1	16,3	24,8	71,2	43,7	91,0	3,8
10-09-2017	285,2	0,0	1,4	4,0	19,3	13,7	26,2	66,4	33,6	97,3	4,3
11-09-2017	281,5	0,0	1,6	3,5	21,2	16,1	29,7	72,1	44,0	97,4	4,6
12-09-2017	278,9	0,0	1,5	3,4	20,7	14,5	28,8	69,5	39,8	94,7	4,4
13-09-2017	275,4	0,0	1,3	5,1	22,1	15,3	32,6	71,9	31,9	100,0	4,7
14-09-2017	269,9	0,0	2,0	4,8	20,7	16,4	27,9	71,4	46,0	94,1	4,4
15-09-2017	273,8	0,0	2,5	5,2	17,6	14,0	23,3	59,9	31,1	80,9	4,5
16-09-2017	272,5	0,0	1,6	3,8	17,5	13,2	24,3	60,3	30,2	83,7	4,1
17-09-2017	242,7	0,0	1,1	4,1	17,2	12,5	23,6	65,2	35,5	90,2	3,4
18-09-2017	233,6	0,0	1,1	4,0	18,4	11,4	26,2	76,5	34,3	100,0	3,4
19-09-2017	249,0	0,2	0,9	4,1	19,0	12,8	26,7	77,6	41,1	100,0	3,5
20-09-2017	243,7	0,0	0,5	3,4	18,8	11,5	29,9	73,0	35,4	100,0	3,3
21-09-2017	208,7	0,0	1,3	3,7	19,5	15,6	27,0	79,7	48,1	100,0	3,3
22-09-2017	246,8	0,0	1,0	3,6	18,8	13,5	27,7	73,4	36,1	96,9	3,6
23-09-2017	235,2	0,4	0,6	4,9	17,4	8,7	29,3	77,7	33,1	100,0	3,2
24-09-2017	242,2	0,2	0,7	3,7	18,5	8,5	29,9	74,0	16,0	100,0	3,4
25-09-2017	245,8	0,0	1,1	2,9	19,5	13,9	27,6	74,4	29,6	100,0	3,6
26-09-2017	246,4	0,2	1,0	4,7	19,2	12,2	28,8	63,5	18,8	100,0	3,6
27-09-2017	239,0	0,0	0,5	3,5	18,6	8,2	30,7	70,6	32,3	100,0	3,1
28-09-2017	226,0	0,0	0,6	4,1	19,9	11,3	31,6	70,9	23,8	100,0	3,2
29-09-2017	223,3	0,0	0,8	4,3	20,4	11,1	30,3	70,1	28,3	100,0	3,3
30-09-2017	195,1	0,0	1,7	3,5	19,3	16,6	24,6	72,6	33,6	100,0	3,3

01-10-2017	207,6	0,0	1,3	3,9	22,4	16,6	33,8	65,3	26,1	94,4	4,0
02-10-2017	220,3	0,0	0,7	2,6	24,0	14,4	36,0	61,3	20,5	100,0	3,5
03-10-2017	218,6	0,0	0,6	3,2	23,2	15,3	35,0	64,1	25,1	100,0	3,4
04-10-2017	220,7	0,0	0,5	2,4	20,5	13,8	29,8	75,7	38,0	100,0	2,9
05-10-2017	205,2	0,2	0,7	3,5	19,2	9,8	31,3	74,4	30,1	100,0	3,0
06-10-2017	210,7	0,6	0,5	3,8	22,3	11,5	35,6	59,1	18,9	100,0	3,0
07-10-2017	191,2	0,0	0,5	2,4	22,2	13,6	32,4	43,2	17,0	80,6	2,7
08-10-2017	200,7	0,0	0,4	2,6	18,6	8,6	30,1	70,0	39,6	100,0	2,5
09-10-2017	171,8	0,4	0,2	2,2	18,5	10,6	32,6	70,2	16,4	100,0	2,1
10-10-2017	177,1	0,0	0,1	1,8	16,5	6,5	30,2	71,2	21,4	100,0	1,9
11-10-2017	186,6	0,0	0,2	1,6	18,3	8,1	32,0	62,3	12,9	100,0	2,0
12-10-2017	194,2	0,0	0,8	4,0	19,3	10,8	28,4	65,8	40,5	100,0	2,7
13-10-2017	153,4	0,2	0,1	1,1	17,8	11,4	26,5	87,1	53,8	100,0	1,8
14-10-2017	130,4	0,0	0,2	2,0	21,6	14,5	32,8	70,0	25,0	100,0	1,9
15-10-2017	175,0	0,0	0,9	5,9	23,8	14,8	35,7	54,1	17,1	88,7	3,2
16-10-2017	134,4	1,6	0,6	3,8	21,2	16,4	27,4	80,3	54,6	100,0	2,0
17-10-2017	183,1	27,6	1,1	5,3	17,5	12,5	22,8	87,0	46,4	100,0	2,3
18-10-2017	132,9	10,2	1,2	4,2	16,7	14,0	21,3	92,7	58,9	100,0	1,8
19-10-2017	89,7	0,4	0,8	2,9	17,8	14,5	22,6	94,8	63,8	100,0	1,4
20-10-2017	66,1	0,4	0,8	2,8	20,5	18,8	23,5	96,7	80,0	100,0	1,2
21-10-2017	153,7	0,0	1,1	3,1	18,3	13,8	22,4	79,3	42,0	100,0	2,1
22-10-2017	190,9	0,0	0,8	2,8	15,7	10,0	22,8	70,3	36,8	95,8	2,1
23-10-2017	183,1	0,0	0,4	2,1	16,3	8,7	26,8	75,0	34,0	100,0	1,9
24-10-2017	179,6	0,0	0,2	1,5	17,8	10,6	27,7	74,7	36,9	100,0	1,8
25-10-2017	172,1	0,2	1,0	5,7	16,4	9,9	26,0	89,0	45,9	100,0	2,2
26-10-2017	145,8	0,2	0,5	1,9	18,8	13,6	29,3	81,5	34,5	100,0	2,0
27-10-2017	172,3	0,0	0,5	2,3	20,8	11,2	33,2	63,5	19,0	100,0	2,2
28-10-2017	167,2	0,0	0,4	2,2	20,5	11,5	31,7	55,7	17,9	96,2	1,9
29-10-2017	168,4	0,0	0,3	2,0	18,5	10,5	28,7	57,9	22,1	98,3	1,6
30-10-2017	167,7	0,0	0,5	2,7	16,3	7,5	26,9	65,9	26,3	100,0	1,8
31-10-2017	159,1	0,0	0,3	3,2	15,9	8,0	25,4	77,3	39,5	100,0	1,5
01-11-2017	105,6	0,2	0,7	3,8	16,6	12,1	23,6	92,6	62,3	100,0	1,4
02-11-2017	70,8	3,4	0,6	2,5	16,4	13,7	21,4	98,4	71,8	100,0	1,0
03-11-2017	112,0	17,4	1,0	5,3	15,4	11,3	22,2	96,7	66,4	100,0	1,4
04-11-2017	78,8	2,2	1,7	4,1	16,2	13,8	19,5	94,2	76,0	100,0	1,1
05-11-2017	155,6	0,0	1,3	3,8	14,6	9,7	18,8	80,2	44,7	100,0	1,7
06-11-2017	151,8	0,0	0,7	2,9	12,7	5,6	20,1	79,5	40,0	100,0	1,4
07-11-2017	146,8	0,2	0,9	2,9	12,4	5,2	20,5	84,7	45,6	100,0	1,5
08-11-2017	147,2	0,0	1,4	2,9	13,7	8,6	19,0	74,5	40,6	100,0	1,7
09-11-2017	146,5	0,0	1,0	3,9	11,6	5,1	18,8	70,0	29,5	100,0	1,5
10-11-2017	139,9	0,2	0,4	2,0	11,7	3,6	21,7	81,2	38,9	100,0	1,1
11-11-2017	138,9	0,2	0,2	1,6	12,2	4,7	22,0	88,3	43,5	100,0	1,0
12-11-2017	137,7	0,2	1,2	3,2	13,2	6,7	19,5	88,2	59,0	100,0	1,4
13-11-2017	137,2	0,0	1,0	2,4	14,9	9,1	21,1	84,9	50,7	100,0	1,4
14-11-2017	136,8	0,0	0,3	2,1	11,1	5,8	18,9	72,3	35,1	100,0	1,0
15-11-2017	132,6	0,2	0,2	1,3	9,8	2,9	19,3	78,3	35,1	100,0	0,8
16-11-2017	129,1	0,0	0,1	0,8	10,0	1,7	21,7	79,9	31,5	100,0	0,7
17-11-2017	126,6	0,2	0,1	1,3	10,6	2,7	21,5	81,5	35,1	100,0	0,8
18-11-2017	124,6	0,2	0,2	1,5	10,6	2,3	21,8	82,1	39,2	100,0	0,8
19-11-2017	125,8	0,2	0,2	1,7	11,1	3,5	22,0	79,5	39,3	100,0	0,8
20-11-2017	126,3	0,0	0,2	1,8	10,9	2,6	22,0	79,5	34,9	100,0	0,8
21-11-2017	120,6	0,2	0,4	3,5	10,4	1,4	21,9	89,0	47,9	100,0	0,9
22-11-2017	62,1	0,2	0,1	1,2	11,5	5,0	17,9	95,8	73,2	100,0	0,6
23-11-2017	85,2	18,2	1,6	5,2	16,8	13,5	23,3	92,6	49,0	100,0	1,6
24-11-2017	89,0	0,6	0,7	3,4	16,3	11,3	21,2	97,9	82,9	100,0	0,9
25-11-2017	47,3	0,4	0,1	1,6	13,4	10,8	16,8	100,0	100,0	100,0	0,6
26-11-2017	104,7	0,2	0,9	2,6	13,1	9,5	18,1	92,6	68,2	100,0	0,9
27-11-2017	78,2	0,0	0,6	2,2	12,4	9,6	16,5	84,5	60,1	100,0	0,8
28-11-2017	18,7	22,8	1,1	2,6	11,7	10,5	12,8	99,4	86,8	100,0	0,5
29-11-2017	118,7	0,2	1,6	4,3	11,4	6,4	15,1	88,0	54,2	100,0	1,1
30-11-2017	120,7	0,0	0,7	3,1	7,9	2,0	15,0	79,4	39,3	100,0	0,8
01-12-2017	109,5	0,0	0,8	3,8	7,4	-0,5	14,8	88,9	57,5	100,0	0,8
02-12-2017	116,4	0,4	0,2	1,7	6,5	1,7	13,1	81,9	32,4	100,0	0,5
03-12-2017	115,8	0,2	0,4	2,3	5,2	-0,8	14,9	84,7	38,9	100,0	0,7
04-12-2017	113,5	0,2	0,4	2,3	5,5	-1,0	15,6	82,6	34,5	100,0	0,6
05-12-2017	114,7	0,0	0,4	1,4	6,2	-0,1	14,6	83,6	44,4	100,0	0,6
06-12-2017	106,5	0,2	0,2	1,7	5,2	-1,6	13,9	90,7	54,7	100,0	0,5
07-12-2017	102,5	0,2	0,1	1,1	6,5	0,7	14,9	88,8	43,2	100,0	0,4
08-12-2017	20,5	0,6	0,1	1,3	8,4	4,2	12,6	100,0	100,0	100,0	0,5
09-12-2017	88,5	0,2	1,0	4,1	14,9	10,9	19,5	96,1	75,6	100,0	0,8
10-12-2017	50,1	8,8	3,0	9,2	14,5	10,2	18,3	96,4	76,0	100,0	0,9
11-12-2017	77,1	16,6	3,0	11,0	11,0	6,6	15,6	86,3	62,9	100,0	1,1
12-12-2017	107,5	0,0	0,4	3,0	8,5	2,2	15,0	89,1	56,5	100,0	0,6
13-12-2017	72,6	0,2	0,1	1,8	8,7	2,3	15,4	97,7	70,5	100,0	0,5
14-12-2017	40,2	0,4	0,9	4,0	13,6	9,3	17,5	98,8	84,9	100,0	0,6
15-12-2017	47,0	0,4	1,6	4,0	13,9	8,3	17,6	94,2	76,6	100,0	0,8
16-12-2017	109,0	0,0	1,0	3,4	8,4	3,6	14,1	81,9	51,7	100,0	0,8
17-12-2017	106,5	0,2	0,4	2,2	6,4	1,1	13,9	88,4	47,4	100,0	0,6
18-12-2017	105,2	0,2	0,4	2,3	6,0	-0,3	14,5	86,5	48,8	100,0	0,6
19-12-2017	102,9	0,2	0,1	1,8	8,1	1,2	19,4	91,4	57,7	100,0	0,5
20-12-2017	101,5	0,2	0,1	1,5	7,1	0,9	16,8	90,0	53,9	100,0	0,4
21-12-2017	101,8	0,2	0,3	1,6	7,0	0,6	16,3	90,3	57,2	100,0	0,5
22-12-2017	101,4	0,2	0,3	2,0	7,9	0,5	18,3	92,5	56,7	100,0	0,6
23-12-2017	92,1	0,4	0,3	1,8	7,5	2,0	15,6	95,0	65,3	100,0	0,5
24-12-2017	68,8	0,8	0,3	1,8	8,8	3,0	14,9	98,0	86,4	100,0	0,5
25-12-2017	56,0	3,6	0,5	3,8	10,4	6,1	15,8	100,0	94,3	100,0	0,5
26-12-2017	49,1	0,6	1,6	5,6	10,4	4,8	14,7	98,8	84,0	100,0	0,6
27-12-2017	64,4	2,2	2,9	8,2	14,0	11,8	16,0	97,1	80,3	100,0	0,7
28-12-2017	55,3	0,4	3,3	5,6	15,6	14,3	17,3	99,9	95,6	100,0	0,5
29-12-2017	50,3	0,2	0,6	2,6	15,0	12,3	18,9	99,4	89,7	100,0	0,6
30-12-2017	63,8	0,4	0,1	2,7	13,6	11,5	17,3	100,0	100,0	100,0	0,6
31-12-2017	59,8	0,6	1,3	6,9	13,0	8,2	16,8	98,1	81,2	100,0	0,6

II. Gráfico com Diagramas Ombrotérmicos de Gaussen do ano agrícola 2017 e da média dos últimos 30 anos



III. Dados de Campo

Dados relativos à primeira recolha- Avaliação da densidade e estado fenológico

C1 com vala		
Nº da amostra	Densidade	Estado fenológico
A1	23	8/9 folhas
A2	25	8/9 folhas
A3	25	8/9 folhas
C1 sem vala		
Nº da amostra	Densidade	Estado fenológico
A1	24	9 folhas
A2	24	9 folhas
A3	24	8/9 folhas
SC1 com vala		
Nº da amostra	Densidade	Estado fenológico
A1	27	9/10 folhas
A2	24	9/10 folhas
A3	25	8/9 folhas
SC1 sem vala		
Nº da amostra	Densidade	Estado fenológico
A1	28	8 folhas
A2	24	9/10 folhas
A3	24	7 folhas
C2 com vala		
Nº da amostra	Densidade	Estado fenológico
A1	22	9 folhas
A2	24	10 folhas
A3	24	9 folhas
C2 sem vala		
Nº da amostra	Densidade	Estado fenológico
A1	19	7/8 folhas
A2	24	9/10 folhas
A3	26	9 folhas
SC2 com vala		
Nº da amostra	Densidade	Estado fenológico
A1	22	9 folhas
A2	26	8 folhas
A3	25	7 folhas
SC2 sem vala		
Nº da amostra	Densidade	Estado fenológico
A1	24	10 folhas
A2	26	9 folhas
A3	24	9/10 folhas

Dados relativos à segunda recolha- Avaliação da biomassa

C1 com vala							
		Coordenadas	D1-D2-D3 (cm)	PH (g)	PF (g)	PC (g)	PI (g)
A1	Planta 1	38°49'19,3"N 8°52'30,7"W	11,5-14-16,5	760	41,3	110	25
	Planta 2			780	37,2	95	41
A2	Planta 1	38°49'18,4"N 8°52'38,4"W	13,5-14,5-18,5	555	26,7	54	22
	Planta 2			610	39,3	52	26
C1 sem vala							
		Coordenadas	D1-D2-D3 (cm)	PH (g)	PF (g)	PC (g)	PI (g)
A1	Planta 1	38°49'20"N 8°52'30,9"W	13-17,5-15,5	1110	54	126	62
	Planta 2			1110	51,3	132	58
A2	Planta 1	38°49'20,3"N 8°52'39,0"W	13-16-13	875	34,3	75	42
	Planta 2			915	40,5	86	48
SC1 com vala							
		Coordenadas	D1-D2-D3 (cm)	PH (g)	PF (g)	PC (g)	PI (g)
A1	Planta 1	38°49'21,4"N 8°52'31,1"W	17,5-14-15	960	42,5	116	66
	Planta 2			645	30,7	79	38
A2	Planta 1	38°49'20,3"N 8°52'38,9"W	29,5-28,5-20	1205	43,3	101	93
	Planta 2			1150	44,9	99	65
SC1 sem vala							
		Coordenadas	D1-D2-D3 (cm)	PH (g)	PF (g)	PC (g)	PI (g)
A1	Planta 1	38°49'21,6"N 8°52'31,1"W	14-16-17	870	37,8	86	38
	Planta 2			850	41,3	83	50
A2	Planta 1	38°49'23,2"N 8°52'38,2"W	14,5-18-16	870	38	86	53
	Planta 2			905	40,6	91	43
C2 com vala							
		Coordenadas	D1-D2-D3 (cm)	PH (g)	PF (g)	PC (g)	PI (g)
A1	Planta 1	38°49'23,4"N 8°52'29,9"W	17-19-13	1110	50	120	42
	Planta 2			1000	42,5	90	31
A2	Planta 1	38°49'24,6"N 8°52'38,6"W	19,5-11,5-17,5	890	44	77	51
	Planta 2			800	35,3	70	40
C2 sem vala							
		Coordenadas	D1-D2-D3 (cm)	PH (g)	PF (g)	PC (g)	PI (g)
A1	Planta 1	38°49'24,6"N 8°52'30,0"W	27,5-16,5-13	900	40,6	88	36
	Planta 2			1230	50,6	123	57
A2	Planta 1	38°49'24,7"N 8°52'38,7"W	18-13-16,5	970	44	100	47
	Planta 2			880	39,7	85	42
SC2 com vala							
		Coordenadas	D1-D2-D3 (cm)	PH (g)	PF (g)	PC (g)	PI (g)
A1	Planta 1	38°49'26,5"N 8°52'30,0"W	19-15-29	1125	43,9	137	58
	Planta 2			1195	53	127	63
A2	Planta 1	38°49'26,4"N 8°52'39,5"W	13,5-10,5-15	450	26,1	43	10
	Planta 2			700	29,7	65	30
SC2 sem vala							
		Coordendas	D1-D2-D3 (cm)	PH (g)	PF (g)	PC (g)	PI (g)
A1	Planta 1	38°49'27,0"N 8°52'30,5"W	16,5-13-9	460	21	43	21
	Planta 2			860	43,5	87	25
A2	Planta 1	38°49'27,6"N 8°52'38,9"W	12,5-15,5-17	935,6	42,3	83,8	53
	Planta 2			620	28,8	56	27
PH- Peso Húmido Total							
PF- Peso Folhas							
PC- Peso Caules							
PI- Peso Inflorescência							

Dados relativos à terceira recolha- Pesagem dos grãos

Nº da Amostra	Nº Maçoas/2m²								
		Coordenadas	Nº de linhas/maçoas	Nº grãos por linha	Nº grãos por maçoas	Nº grãos Total	Peso total tardos (g)	Peso total grãos (g)	Média peso mil grãos (g)
A1	1	38°49'19,1"N 85°2'29,7"W	16	31	466	8790	414,4	3455,5	373,5
	2		18	21	378				
	3		16	33	528				
	4		16	32	512				
	5		16	30	480				
	6		16	39	624				
	7		18	32	576				
	8		16	33	528				
	9		14	28	392				
	10		18	34	612				
	11		18	32	576				
	12		18	32	576				
	13		18	32	576				
	14		16	24	384				
	15		16	32	512				
	16		18	32	576				
	17		16	29	464				
	18		16	24	384				
A2	1	38°49'18,9"N 85°2'37,2"W	16	24	384	7918	382	2798,4	323,4
	2		16	33	528				
	3		16	32	512				
	4		16	33	528				
	5		18	23	414				
	6		18	32	576				
	7		16	31	496				
	8		16	31	496				
	9		16	30	480				
	10		16	32	512				
	11		18	31	558				
	12		16	32	512				
	13		16	35	560				
	14		12	21	252				
	15		18	35	630				
	16		16	30	480				
	17								
	18								
	19								
A3	1	38°49'19,6"N 85°2'42,1"W	14	26	364	6832	309,2	2084,8	298,8
	2		16	29	464				
	3		14	27	378				
	4		14	23	322				
	5		18	30	540				
	6		18	17	306				
	7		14	24	336				
	8		16	21	336				
	9		20	31	620				
	10		14	25	350				
	11		14	26	364				
	12		16	20	320				
	13		16	32	512				
	14		16	19	304				
	15		16	28	448				
	16		14	30	420				
	17		16	28	448				

C1 sem vafa							
Coordenadas	Nº de linhas/maçaroca	Nº grãos por linha	Nº grãos por maçaroca	Nº grãos Total	Peso total tarolos (g)	Peso total grãos (g)	Média peso mil grãos (g)
38°49'20,1"N 8°52'29,7"W	18	27	486	8156	347,8	2887,5	344,35
	16	14	224				
	16	22	352				
	18	19	342				
	18	20	360				
	16	25	400				
	16	26	416				
	18	29	522				
	16	36	576				
	16	32	512				
	18	27	486				
	16	32	512				
	14	33	462				
	16	30	480				
	18	29	522				
	16	30	480				
16	28	448					
18	32	576					
38°49'19,1"N 8°52'37,3"W	14	32	448	8612	392,2	3281,4	386,1
	18	35	630				
	18	31	558				
	16	30	480				
	16	34	544				
	16	32	512				
	18	31	558				
	12	35	420				
	16	34	544				
	18	33	594				
	16	34	544				
	16	31	496				
	14	30	420				
	16	21	336				
	14	34	476				
	16	32	512				
18	30	540					
38°49'21,1"N 8°52'42,2"W	16	34	544	7150	340,5	2676,1	351,75
	16	32	512				
	16	30	480				
	18	27	486				
	14	29	406				
	12	34	408				
	14	28	392				
	18	25	450				
	14	32	448				
	16	24	384				
	16	29	464				
	16	29	464				
	16	30	480				
	16	32	512				
	16	17	272				
	16	28	448				

SC1 sem vala							
Coordenadas	Nº de linhas/maçaroça	Nº grãos por linha	Nº grãos por maçaroça	Nº grãos Total	Peso total tarolos (g)	Peso total grãos (g)	Média peso mil grãos (g)
38°49'21,8"N 8°52'29,7"W	18	31	558	8628	399,1	3317	384,15
	14	27	378				
	16	32	512				
	16	24	384				
	16	30	480				
	16	28	448				
	18	30	540				
	14	31	434				
	16	32	512				
	14	32	448				
	16	27	432				
	16	32	512				
	16	30	480				
	16	32	512				
	14	33	462				
38°49'21,6"N 8°52'37,4"W	16	31	496	6408	310,4	2024,2	375,7
	16	32	512				
	16	24	384				
	16	35	560				
	16	34	544				
	14	33	462				
	18	23	414				
	16	34	544				
	16	34	544				
	16	35	560				
	16	27	432				
	14	34	476				
	16	30	480				
	16	31	496				
	38°49'23,3"N 8°52'42,3"W	16	27				
16		30	480				
14		25	350				
14		28	392				
18		30	540				
18		30	540				
16		32	512				
16		23	368				
14		33	462				
16		30	480				
14		27	378				
12		27	324				
14		27	378				
18		29	522				
16		31	496				

C2 com vala						
Coordendas	Nº de linhas/maçaroca	Nº grãos por linha	Nº grãos por maçaroca	Nº grãos Total	Peso total tarolos (g)	Peso total grãos (g)
38°49'23,8"N 8°52'29,9"W	16	30	480	8182	415,9	370,55
	18	32	576			
	18	33	594			
	16	30	480			
	16	29	464			
	18	18	324			
	16	31	496			
	16	31	496			
	16	30	480			
	18	32	576			
	16	26	416			
	16	32	512			
	18	23	414			
	16	28	448			
	18	16	288			
	18	33	594			
	16	34	544			
38°49'22,8"N 8°52'37,3"W	16	33	528	6550	276,4	330,2
	16	30	480			
	14	29	406			
	16	30	480			
	16	27	432			
	16	30	480			
	16	26	416			
	16	32	512			
	16	31	496			
	16	25	400			
	14	29	406			
	16	25	400			
	14	18	252			
	18	30	540			
	14	23	322			
38°49'24,4"N 8°52'42,1"W	18	32	576	6008	314,9	352,2
	16	29	464			
	18	32	576			
	18	33	594			
	16	32	512			
	14	25	350			
	14	23	322			
	18	28	504			
	16	6	96			
	14	24	336			
	14	31	434			
	14	32	448			
	14	26	364			
	16	27	432			

SC2 sem vala							
Coordenadas	Nº de linhas/macaoca	Nº grãos por linha	Nº grãos por macaoca	Nº grãos Total	Peso total tarolos (g)	Peso total grãos (g)	Média peso mil grãos (g)
38°49'27,5"N 8°52'30,4"W	16	30	480	7964	360,8	3065,5	368,2
	16	35	560				
	16	32	512				
	18	33	594				
	12	38	456				
	16	35	560				
	16	32	512				
	18	27	486				
	14	30	420				
	18	33	594				
	16	23	368				
	16	25	400				
	16	32	512				
	14	34	476				
	18	31	558				
	14	34	476				
38°49'27,3"N 8°52'37,5"W	16	30	480	7036	323	2503,8	344,85
	16	30	480				
	14	27	378				
	14	28	392				
	14	27	378				
	16	30	480				
	14	30	420				
	16	23	368				
	14	25	350				
	18	27	486				
	14	26	364				
	14	26	364				
	12	28	336				
	16	29	464				
	16	32	512				
	14	27	378				
14	29	406					
38°49'28,0"N 8°52'42,0"W	14	26	364	6806	331,9	2708,3	366,4
	16	31	496				
	18	28	504				
	16	32	512				
	18	25	450				
	16	24	384				
	20	24	480				
	16	32	512				
	16	35	560				
	16	21	336				
	16	29	464				
	16	31	496				
	18	32	576				
	14	20	280				
	14	28	392				

IV. Análise da produtividade sobre o ensaio efetuado

	Zona do Ensaio	Área (ha)	Produtividade 2016 (ton/ha)	Produtividade 2017 (ton/ha)	Diferença Produtividade (ton/ha)	Produção (ton)	TOTAL (ton)
Interior da Mancha com Chisel	Zona 3	2,252	6,84	14,44	7,60	17,10710609	26,94905352
	Zona 7	1,72	7,91	13,64	5,72	9,84194743	
	Zona 1	1,521	8,99	13,16	4,18	6,35160547	
Interior da Mancha sem Chisel	Zona 5	1,864	7,04	15,05	8,01	14,92739226	21,27899773
Exterior da Mancha com Chisel	Zona 4	1,077	13,02	16,38	3,36	3,61768581	12,79568881
	Zona 8	1,942	11,61	16,33	4,73	9,17997995	
	Zona 2	1,48	12,99	14,08	1,10	1,622472964	
Exterior da Mancha sem Chisel	Zona 6	1,69	13,11	16,00	2,89	4,88930047	6,511773434